THE UNIVERSITY
OF ILLNIOIS
LIBRARY
614.05
AR
V.84

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

ARCHIV FÜR HYGIENE

10784
124
Hyg

BEGRÜNDET VON MAX VON PETTENKOFER

FORTGEFÜHRT VON MAX RUBNER

UNTER MITWIRKUNG VON

Prof. Dr. O. BAIL, Prag; Prof. Dr. BONHOFF, Marburg a. L.; Prof. Dr. R. EMMERICH, München; Prof. Dr. R. GRASSBERGER, Wien; Prof. Dr. M. HAHN, Freiburg i. B.; Prof. Dr. L. HEIM, Erlangen; Prof. Dr. G. KABRHEL, Prag; Prof. Dr. A. LODE, Innsbruck; Prof. Dr. R. O. NEUMANN, Bonn; Prof. Dr. L. PFEIFFER, Rostock; Prof. Dr. W. PRAUSNITZ, Graz; Prof. Dr. Fr. RENK, Dresden; Prof. Dr. P. H. RÖMER, Greifswald; Prof. Dr. A. SCHATTENFROH, Wien; Prof. Dr. P. SCHMIDT, Gießen; Prof. Dr. M. SCHOTTELIUS, Freiburg i. B.; Prof. Dr. W. SILBERSCHMIDT, Zürich; Prof. Dr. W. WEICHARDT, Erlangen; Prof. Dr. E. WERNICKE, Posen.

HERAUSGEGEBEN VON

M. v. GRUBER · FR. HOFMANN · K. B. LEHMANN
P. UHLENHUTH

PROFESSOREN AN DEN UNIVERSITÄTEN: MÜNCHEN, LEIPZIG, WÜRZBURG, STRASSBURG

84. Band

Mit 5 Tafeln und 26 Abbildungen.

MÜNCHEN UND BERLIN
DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG
1915

614.05
AR

LIBRARY
UNIVERSITY OF ILLINOIS
URBANA

614.05
AR
V.84

MS 8 Je '16

Inhalt.

Seite

Über die Cholerabekämpfung in Rumänien. Von Prof. Dr. med. et phil. R. O. Neumann, Direktor des Instituts. (Aus dem Hygienischen Institut der Universität Bonn.) (Mit Tafel 1—3.) 1

Über die Verwendung gehärteter Fette in der Nahrungsmittelindustrie. Von H. Thoms und Franz Müller-Berlin. (Mitteilung aus dem Pharmazeutischen Institut der Universität Berlin) 54

Über Luftverunreinigung durch Kohlenoxyd, mit besonderer Berücksichtigung einiger weniger bekannter Quellen derselben. Von Leo G. Meyer, dipl. Lebensmittelchemiker in Basel 79

Sind die gehärteten Öle für den menschlichen Genuß geeignet? Von Dr. med. Philipp O. Süßmann aus Nürnberg, Assistent am Hygienischen Institut Würzburg. (Aus dem Hygienischen Institut in Würzburg) 121

Bemerkungen zu der Arbeit von Stabsarzt Dr. E. Hesse: „Über Paul Th. Müllers Schnellmethode der bakteriologischen Wasseruntersuchung". Von Prof. Paul Th. Müller. (Aus dem Hygienischen Institut der Universität Graz) 146

Über Keimzählung mittels flüssiger Nährböden mit besonderer Berücksichtigung der Colititerverfahren. Von Dr. Ernst Krombholz. (Aus dem Hygienischen Institut der Universität Wien) 151

Weiterer statistischer Beitrag zur Epidemiologie des Typhus in München während der Sanierungsperiode. Von Dr. Richard Trommsdorff, München 181

Die Gruber-Widalsche Reaktion bei typhusschutzgeimpften Franzosen und ihre Bewertung für die Diagnosestellung. Von Dr. Klose, Oberarzt beim Fußartillerie-Regiment 6, kommandiert zum Reichskommissar für die Typhusbekämpfung, jetzt beim beratenden Hygieniker der .. Armee. Aus der bakteriologischen Untersuchungsstelle des beratenden Hygienikers der .. Armee (Generalarzt Prof. Bonhoff) 193

336500

Seite

Über Atomumlagerungen bei physiologischen Vorgängen. Von Dr. Oskar Loew, Professor für Chemische Pflanzenphysiologie, München . 215

Anatomische, bakteriologische und chemische Untersuchungen über die Entstehung der Zahnkaries. Von K. Niedergesäß, appr. Zahnarzt in Würzburg 220

Studien über den Einfluß mehrerer Salze auf den Fortpflanzungsprozeß. Von weiland Rudolf Emmerich und Oskar Loew 261

Ein neuer Apparat zur gewichtsanalytischen Bestimmung von Mörtelfeuchtigkeit. Von K. Trautwein. (Aus dem Laboratorium für Bauhygiene der Kgl. Technischen Hochschule in München. Vorstand: Prof. Dr. R. Emmerich †) 283

Versuche und Gedanken über die konservierende Wirkung der Benzoesäure. Von Dirk Held, Arzt aus Amsterdam. (Aus dem Hygienischen Institut der Kgl. Universität Würzburg 289

Über den Einfluß des Alkoholgenusses auf Bakterizidie, Phagozytose und Resistenz der Erythrozyten beim Menschen. Von H. W. Reich. (Aus dem Hygienischen Institut der Universität München) . . . 337

Über die Cholerabekämpfung in Rumänien.

Von
Prof. Dr. med. et phil. **R. O. Neumann,**
Direktor des Instituts.

(Aus dem Hygienischen Institut der Universität Bonn.)

(Bei der Redaktion eingegangen am 24. September 1914.)

Die Cholera, welche im Sommer 1913 in Rumänien zum Ausbruch kam und bis in den Winter hinein noch hier und da Opfer forderte, ist erloschen. Rumänien wurde auf Grund des Artikel 9 des internationalen Sanitätsvertrages am 21. Dezember 1913 für cholerafrei erklärt.

Es hat gewaltiger Anstrengungen bedurft, um der so plötzlich hereinbrechenden Seuche Herr zu werden und das Land vor dem weiteren Vordringen derselben zu schützen; um so mehr muß die Rührigkeit und Tatkraft der Behörden anerkannt werden, die unter besonders schwierigen Verhältnissen der Weiterverbreitung der Krankheit Halt geboten.

Die Verhältnisse lagen ganz anders als dort, wo die Cholera ein ständiger Gast ist; man war nicht auf sie vorbereitet und erst den Schrecken des Krieges entstieg der noch viel ärgere Feind, der nicht nur die Reihen der bewaffneten Macht, sondern auch die der Zivilbevölkerung lichtete. Daher hieß es schnell und energisch handeln, und es mußte der Staat zeigen, ob er auch in dieser schwierigen Lage sanitärisch auf der Höhe stand.

Der Erfolg hat gelehrt, daß die eingeschlagenen Wege die richtigen waren, er hat aber auch anderseits erkennen lassen, welch Riesenapparat aufgewendet werden mußte, um das gefahrdrohende Einnisten der Cholera zu verhindern.

Hier das Eindämmen der Seuche, dort die prophylaktischen Maßnahmen gegen die Weiterverbreitung, hier die Verpflegung der Kranken, dort der persönliche Schutz der Gesunden, und dies alles während der unruhigen Zeit eines Feldzuges, der ohnehin an die Kräfte des Landes, des Militärs, der Bevölkerung und vor allen Dingen des oberen wie niederen Sanitätspersonals die allerhöchsten Anforderungen stellte.

Die Aufgaben waren so riesenhafte und gewaltige, daß nur eine zielbewußte Energie der Sachlage machtvoll entgegentreten konnte; handelte es sich doch um zwei gleichwichtige Punkte, um die Abwendung der Gefahr für die Truppen und die für die Bevölkerung des Landes.

Jedes dieser Kontingente hatte Anspruch auf die Erhaltung der Gesundheit, und so mußten Mittel und Wege gefunden werden, nach beiden Richtungen hin Vorkehrungen zu treffen, für die einen, um sie schlagfertig, für die andern, um sie unterstützungsfähig zu erhalten.

Man bedenke nur, daß an eine Invasion der Cholera nicht gedacht war, und daß bei dem plötzlichen Hereinbrechen der Seuche der Augenblick alles entscheiden mußte.

Wie bei allen derartigen unfreiwilligen Experimenten im großen Stil, haben auch die Bekämpfungsmaßnahmen in Rumänien eine Reihe von Ergebnissen gezeitigt.

Mögen sie nun direkt als Vorbilder dienen oder aber auch zu Ausstellungen Veranlassung geben, sie sind der Betrachtung wert und verdienen festgehalten zu werden, weiß doch kein Staat, ob nicht über Nacht der Feind in zweifacher Gestalt auch über seine Grenzen hereinbricht.

Es ist unzweifelhaft, daß die ganze Cholerakampagne in jeder Beziehung sehr lehrreiche Einzelheiten darbot, deren Kenntnis andern Ländern nutzbringend sein kann.

Da ich während meines Aufenthaltes in Rumänien von seiten der Regierung, der Behörden und bei den bei der Cholerabekämpfung beteiligten maßgebenden Persönlichkeiten das wärmste Entgegenkommen fand und mir Gelegenheit gegeben wurde, in den verschiedenen Teilen des Landes, den Cholerazentren, den Konzentrationslagern der Truppen, den Quarantänestationen, den Choleraspitälern und den wissenschaftlichen Instituten zur Gewinnung des Choleraserums, mich zu betätigen, so war es möglich, eine Menge Eindrücke zu sammeln, die schließlich zu einem Gesamtbilde über den ganzen Stand der Dinge führen mußten.

Getragen von dem Gedanken, daß nur volle Klarheit in allen Fragen Gutes schaffen kann, wurde von den behördlichen Organen nie und nirgends etwas verheimlicht oder unzutreffend dargestellt, und ich gedenke mit besonderer Anerkennung, mit welch weitherziger und ausgesprochener Offenheit mir gestattet wurde, in alle Dinge hineinsehen zu dürfen, auch in die, welche unter Umständen eine Kritik hätten herausfordern können.

Die Infektion der rumänischen Truppen in Bulgarien und die Ausbreitung der Cholera in Rumänien.

Das Land, von welchem die Cholera auf Rumänien übergriff, ist Bulgarien. Schon vor dem Jahre 1913 war dort die Krankheit heimisch, und wenn auch keine offiziellen Berichte von dort kamen, so blieb es doch nicht unbekannt, daß sich in einzelnen Teilen des Landes Herde vorfanden, von denen jedes Jahr neue Fälle ausgingen.

Von den Orten, welche während des rumänisch-bulgarischen Konflikts von der Cholera in Mitleidenschaft gezogen wurden, sind u. a. Vratza, Plewna, Rahova, Schistow, Fernandowo, Widdin, Orhania, Lukowitza, Czerven-Breg, Gerovitza, Stajnetin zu nennen.

Größere Herde bestanden bereits vor den kriegerischen Verwicklungen in: Vratza, Plewna, Rahova und Schistow, und die Tatsache, daß dort 43—48% der cholerakranken Bulgaren gestorben sein sollten, bewies, daß die Gefahr einer Infektion rumänischer Truppenteile, falls diese in engeren Konex mit den ge-

nannten Ortschaften kommen würden, recht groß sein mußte. Leider hat die folgende Zeit gezeigt, wie schwerwiegend für die rumänischen Truppen jene Verseuchung gewesen ist.

Die Mobilisierung war am 3. Juli angeordnet worden, der Aufmarsch der Armee begann am 7. Juli und am 10. Juli nachts überschritt sie die bulgarische Grenze. Das V., 40000 Mann starke Korps ging nach der Dobrudscha; das I., II., III. und IV. Korps, zusammen 180000 Mann, überschritt die bei Corabia geschlagene Schiffsbrücke und bildete die Operationsarmee in Bulgarien.

Aus strategischen Gründen mußte versucht werden, die bulgarische Hauptstadt in möglichst kurzer Zeit zu erreichen, und es standen die ersten Truppenkörper nach außergewöhnlichen Gewaltmärschen bereits in wenigen Tagen 50 bis 70 km von Sofia. Die Vorhut des ersten Armeekorps, die Division der Gebirgsartillerie, war sogar auf ca. 25 km an Sofia herangerückt. Der weitere Vormarsch wurde, wie bekannt, nunmehr eingestellt, es blieb aber ein sehr erheblicher Teil der Truppen auf dem Operationsgebiet in Nordbulgarien zurück, wo sie mit der mit Cholera verseuchten bulgarischen Bevölkerung in Beziehung traten.

So ereigneten sich beim 2. Armeekorps in Fernandowo und beim ersten Korps in Vratza die ersten Cholerafälle[1]). Es war ohne weiteres klar, daß ohne die umfassendsten Maßregeln sich die Seuche sofort im Heere weiter verbreiten würde, und man sah sie alsbald auch auf andere Truppenkörper übergreifen. Besonders in Lukowitza und Orhania, wohin die einzelnen Regimenter dirigiert worden waren, mehrten sich die Fälle außerordentlich stark.

Die Sachlage gestaltete sich aber nun noch schwieriger, da man zunächst nicht in genügender Weise für die Kranken sorgen konnte. Es war bei der territorialen Unebenheit des Landes, bei den schlechten Wegeverhältnissen und dem zum Teil bestehenden Hochwasser der Donau und dem äußerst schlechten Wetter unmöglich gewesen, den vorauseilenden Truppenkörpern mit der gesamten Fourage

1) Vgl. auch V. Babes' »Etude sur la lutte contre le cholera«, Extrait du Bulletin de l'Academie de medicine (Séance du 20. 1. 1914), Paris.

Rumänien
und seine Bezirke 1913
Ungarn
Bessarabien
Serbien
Bulgarien
Schwarzes
Meer
RUMAENIEN
Neamtzu
Roman
Vaslui
Falciu
Bacau
Tutova
Tecuci
Putna
Focsani
Covurlui
Galatz
Ismail
Braila
Sulina
Tulcea
Hermannstadt
Kronstadt
Predeal
Sinaia
Muscel
Prahova
Buzau
Gorj
Valcea
Arges
Vistea
Ploesti
Dambovitza
Ilfov
Ialomitza
Dobrudscha
Orsova
Verciorova
Turnu Severin
Donau
Mehedintzi
Olt
Slatina
Bukarest
Calarasi
Cernavoda
Constantza
Krajova
Dolj
Segarcea
Romanatzi
Teleorman
Vlasca
Giurgiu
Oltenitza
Turtukaia
Silistria
Widin
Calafat
Donau
Bechet
Corabia
Turnu Magurele
Alexandria
Vitzovra
Suchaia
Rusciuc
Rahova
Nikopoli
Schistow
Fernandowo
Jsker
Plewna
Varna
Vrâlza
Lukowitza
Tirnovo
Orhania
Sofia
Etropol
Cerven-Breg
Burgas

zu folgen. Dadurch wurden nicht nur die Verpflegungsverhältnisse für eine Zeitlang unzulänglich, sondern vor allen Dingen mußten die Kranken unter dem Mangel geeigneter Unterkunftsverhältnisse leiden. Baracken, fliegende Lazarette u. dgl. waren nach der Lage der Dinge nur in sehr unzureichender Menge vorhanden, und an eine sofortige spezifische Behandlung der mit Cholera infizierten Soldaten konnte nicht herangetreten werden. Vielfach waren die Soldaten in alten, von den Bulgaren verlassenen Kasernen untergebracht, wie z. B. in Orhania, und es wurden Stimmen laut, die darauf hinwiesen, daß auf dieses Konto noch manche Cholerainfektion zu schreiben gewesen ist.

Es hat auch nicht an Leuten gefehlt, welche der Militärbehörde Vorwürfe über Vernachlässigung der sanitären Vorkehrungen machen wollten.

Wir haben hier nicht die Aufgabe, diese Frage zu untersuchen und maßen uns kein Urteil an über die von der strategischen Notwendigkeit diktierten Maßnahmen; können aber nach unserer Überzeugung ein Verschulden von irgendeiner Seite darin, daß die Truppen durch Cholera verseuchtes Gebiet geführt werden mußten, nicht erblicken.

Die gemachten Erfahrungen lehren uns jedoch, daß neben dem strategischen Interesse die Anteilnahme an dem Gesundheitszustand der Armee mindestens gleich hoch oder noch höher bewertet werden muß, und daß dementsprechend in kluger Voraussicht aller eventuell eintretenden Fälle — auch für den Fall einer Epidemie — die Vorbereitungen so gut wie möglich zu treffen sind. Denn nur gesunde Truppen sind zur Kriegführung brauchbar, während Kranke einen Ballast und ein Hemmnis darstellen.

Unter den eben angedeuteten Verhältnissen erreichte schon in den ersten Tagen die Zahl der Cholerakranken eine ziemliche Höhe, und binnen drei Wochen (15. 8. 13) sollen bereits 2600 Fälle in der Operationsarmee festgestellt worden sein, von denen (bis zum 24. 8. 13) 1155 starben.

Damit bildeten nun die mit Cholera infizierten Truppenteile eine große Gefahr, nicht nur für sämtliche übrigen Truppen-

körper sondern auch für die rumänische Bevölkerung, sobald der Rücktransport des Militärs vor sich ging.

Man wird mit Recht annehmen können, daß die Infektion unter den Soldaten in erster Linie durch einfachen Kontakt zustande kam, sodann mag auch eine Ansteckung durch infizierte Nahrungsmittel mitgewirkt haben, und endlich darf es als sicher gelten, daß ein Teil der Übertragungen durch verseuchtes Wasser bedingt war.

Als eine der später zu besprechenden ersten Maßnahmen wurde den Soldaten verboten, Flußwasser zu trinken. Doch wer vermag in der Notlage dem quälenden Durst zu widerstehen! Man trank und erkrankte. Wenn auch von einigen Seiten die Übertragung der Cholera durch das Wasser überschätzt worden ist und ihr von anderer Seite im Gegensatz dazu kaum eine Bedeutung beigelegt wurde, so muß doch konstatiert werden, daß sie tatsächlich eine Rolle gespielt hat. In der Donau wurden (in Nikopoli) Choleravibrionen nachgewiesen[1]), ebenso an anderen Orten, wie z. B. in dem in der Nähe von Cimnicea gelegenen See, von wo aus die ersten Fälle in Viisoara ausgingen. Weiterhin in einem Brunnen in Alexandria, in sechs Brunnen in Corabia. Auch aus Brunnen in den Bezirken Arges, R.-Sarat, Olt, Teleorman sind sie gezüchtet worden.

Zu diesen Befunden passen sehr gut die Beobachtungen, daß längs der Donau und längs verschiedener Flußläufe, z. B. der Jalomitza, die Cholera in weit größerer Häufigkeit auftrat, als abseits davon. Es waren auch in Bulgarien bei den rumänischen Soldaten, die aus dem Flusse Isker Wasser getrunken und sich in dem Flusse gebadet hatten, Cholerafälle vorgekommen, und man konnte später auch genau die Verbreitung der Seuche längs dieses Flusses verfolgen.

Viel Wahrscheinlichkeit gewinnt die Verunreinigung der Donau durch Choleravibrionen dadurch, daß während der De-

1) Bericht von V. Babes an die rumänische Akademie vom 16. 12. 1913 und nach mündlicher Mitteilung. Weitere Daten gibt er in einem später erschienenen Bericht in der Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten 22. Bd., 3. Heft 1914 an.

mobilisierung Truppenteile auf Schleppern die Donau hinunter bis Braila und Galatz geführt wurden, unter denen Cholerakranke resp. Choleraträger sich befanden, deren Fäkalien der Donau übergeben worden sind. Ebenso mögen in gleicher Weise durch muhammedanische Flüchtlinge aus Bulgarien, die ihren Weg von Nikopoli und anderen an der Donau gelegenen Orten den Fluß hinunter nahmen, zur Verseuchung des Wassers durch Fäkalien Veranlassung gegeben haben.

So bildete der Lauf der Flüsse auch hier einen der Wege, auf dem die Cholera nach Rumänien verschleppt wurde, ähnlich wie in alten Choleraepidemien die Wasserübertragung ein wichtiges Glied in der Kette der Verbreitung dargestellt hat.

Die kriegerischen Verhältnisse ließen die Cholera aber noch weitere Bahnen in ihrer Ausdehnung finden. Die Kolonnen, welche zur Zeit des ersten Vormarsches der Truppen zur Beförderung des Proviantes dienten, gehörten der Zivilbevölkerung an und bestanden aus rumänischen Fuhrleuten, die mit der Armee bis in die verseuchten bulgarischen Bezirke kamen und sich dort mehrfach infizierten. Nach Beendigung ihrer Mission kehrten diejenigen, welche von der Cholera verschont geblieben waren, über die Schiffsbrücke bei Corabia oder über die unterdessen zwischen Turnu-Magurele geschlagene Brücke nach Rumänien in ihre Heimatdörfer zurück.

Viele von ihnen trugen den Keim der Krankheit bereits in sich, andere wieder fungierten als Choleraträger, und da in dieser Zeit der Heimkehr der Fuhrleute eine Quarantäne oder sanitäre Beaufsichtigung oder irgendeine Desinfektion der Kleider und Gebrauchsgegenstände noch nicht eingerichtet war oder aber auch von der heimkehrenden Zivilbevölkerung umgangen oder nicht beachtet wurde, so flackerte zunächst in den an der Donau gelegenen Ortschaften, später aber auch in weiterem Umkreise die Krankheit erst in einzelnen Fällen, später in gehäufter Weise auf.

In ganz ähnlicher Weise bewirkten heimkehrende Truppenangehörige die vor Einrichtung der Donau-Quarantänestationen den Strom passiert hatten, eine Verschleppung der Krankheitskeime. Selbst als jene Stationen und Quarantänelager

errichtet waren, gelangten zurückkehrende Soldaten und ganze Truppenteile, ohne einer Kontrolle unterlegen zu haben, über die Donau in die Heimat, wo dann leider zu spät erst festgestellt werden konnte, daß durch Vibrionenträger[1]) oder Kontaktinfektionen die Krankheit in ihre Dörfer eingeschleppt worden war. Auch mag es vorgekommen sein, daß die Quarantänelager selbst zu Seuchenherden wurden, von denen weitere Ansteckungen ausgingen.

Es mag dahingestellt bleiben, ob, wie Zeitungsberichte bekannt gaben und mündlich kolportiert wurde, die gegebenen sanitären Vorschriften übersehen oder nicht beachtet worden sind. Derartige Vorwürfe würden die Militärverwaltung freilich schwer treffen, doch ist zu deren Gunsten anzunehmen, daß es sich hierbei höchstens um eine Unterschätzung der Gefahr gehandelt haben könnte.

Die Gefahr der Einschleppung nach Rumänien war jedenfalls recht groß, denn es sollen bis zum 20. 8. 13 unter den zurückkehrenden Fuhrleuten und Soldaten in Turnu-Magurele nicht weniger als 900 Vibrionenträger ermittelt worden sein, die man aber nach Einrichtung der Quarantänestationen dortselbst zurückhielt[1]).

Ein Blick in die offiziellen Berichte der Gesundheitsbehörde zeigt, daß bereits im August sämtliche an der Donau gelegenen Distrikte: Mehedintzi, Dolj, Romanatzi, Teleorman, Vlasca, Ilfov, Jalomitza, Tulcea, Braila, Covurlui und außerdem noch: Arges, Dambowitza, Olt, R.-Sarat, Putna, Tutova, Bacau, Buzau, Tecuci[2]), d. h. fast das ganze Land, mit Ausnahme der nördlichen Distrikte in der Moldau, infiziert war. Die nächsten Monate, September und Oktober, brachten weitere zerstreute Fälle in den noch übriggebliebenen Bezirken, so daß nur der eine oder andere eine Ausnahme bildete.

Für die Ausbreitung im Lande selbst sorgte außerdem die nomadisierende Zigeunerbevölkerung, welche mit Choleraherden in Berührung kam, sodann mögen durch Effekten und

1) Über die Bedeutung der Vibrionenträger siehe weiter unten.
2) Vgl. Karte auf Seite 5.

Kleider von Cholerakranken, die anderweitig zur Verwendung kamen, durch infiziertes Wasser und Nahrungsmittel (Milch wurde in einigen Fällen beschuldigt) eine leider nicht definitiv festzustellende Menge von Übertragungen stattgefunden haben. Und endlich darf nicht vergessen werden, daß die niedere Landbevölkerung sich in ihren zumeist recht primitiven Verhältnissen der großen Ansteckungsgefahr nicht bewußt war, die durch unzureichende hygienische häusliche Einrichtungen, mangelnde Mittel und fehlende Sauberkeit (Zigeuner) mit heraufbeschworen wurde.

Morbidität und Mortalität.

Klinisch trat die Cholera recht verschieden auf; es gab typische und atypische Fälle, langsam und schnell verlaufende, mit intensiven Diarrhöen einhergehende und trockene. Die Krankheit griff an manchen Orten außerordentlich schnell um sich, nachdem der eine oder andere Fall unbemerkt aufgetreten war. Im allgemeinen verlief sie schwer, wodurch die hohe Mortalität erklärlich wird.

Nach der mir von dem Generaldirektor des Gesundheitswesens, Herrn Prof. Dr. Minovici, freundlichst zur Verfügung gestellten offiziellen Verlustliste betrug die Zahl der bis zum 15. Oktober festgestellten Todesfälle der Zivilbevölkerung in Rumänien an Cholera 2317, bei einer Morbidität von 5835 Fällen. Das entspricht einer Mortalität von 38,7 %[1]). Das Maximum der Erkrankungen fällt in den Monat August, während die letzten vereinzelten Fälle im November und Dezember 1913 vorkamen.

Am 17. Juli wurden in einem Zigeunerquartier drei Cholerafälle — und zwar die ersten — festgestellt, nachdem an demselben Tag ein Todesfall (wahrscheinlich der erste Todesfall an Cholera) konstatiert worden war. Die weiteren Fälle zeigt folgende Zusammenstellung:

---

1) In einer anderen Zusammenstellung vom Stande des 2. Oktober fand ich 4635 Erkrankungen und 2197 Gestorbene. Das entspricht 47,4% Sterblichkeit.

19.	Juli	2	neue	Fälle	—			
22.	„	1	neuer	Fall	1	Todesfall		
23.	„	3	neue	Fälle				
24.	„				1	„		
25.	„	3	„	„				
26.	„	3	„	„				
27.	„				2	Todesfälle		
30.	„	7	„	„				
31.	„	11	„	„	5	„		
1.	Aug.	7	„	„	3	„		
2.	„	3	„	„				
3.	„	14	„	„	2	„		
4.	„	20	„	„	2	„		
5.	„	52	„	„	8	„		
6.	„	10	„	„	9	„		
7.	„	17	„	„	5	„		
8.	„	16	„	„	8	„		
9.	„	54	„	„	27	„		
10.	„	17	„	„	12	„		
11.	„	126	„	„	46	„		
12.	„	66	„	„	14	„		
13.	„	61	„	„	28	„		
14.	„	51	„	„	18	„		
15.	„	139	„	„	53	„		
16.	„	110	„	„	34	„		
17.	„	52	„	„	22	„		
18.	„	86	„	„	36	„		
19.	„	62	„	„	32	„		
20.	„	57	„	„	23	„		
21.	„	48	„	„	30	„		
22.	„	42	„	„	28	„		
23.	„	45	„	„	27	„		
24.	„	68	„	„	16	„		
25.	„	112	„	„	46	„		
26.	„	134	„	„	48	„		
27.	„	103	„	„	38	„		
28.	„	97	„	„	37	„		
29.	„	196	„	„	46	„		
30.	„	193	„	„	52	„		
31.	„	98	„	„	33	„		
1.	Sept.	158	„	„	63	„		
2.	„	128	„	„	58	„		
3.	„	111	„	„	57	„		
4.	Sept.	93	neue	Fälle	73	Todesfälle		
5.	„	98	„	„	55	„		
6.	„	148	„	„	80	„		
7.	„	99	„	„	46	„		
8.	„	123	„	„	45	„		
9.	„	133	„	„	68	„		
10.	„	150	„	„	83	„		
11.	„	164	„	„	75	„		
12.	„	185	„	„	97	„		
13.	„	165	„	„	100	„		
14.	„	171	„	„	127	„		
15.	„	149	„	„	89	„		
16.	„	118	„	„	69	„		
17.	„	119	„	„	76	„		
18.	„	194	„	„	72	„		
19.	„	64	„	„	35	„		
20.	„	58	„	„	38	„		
21.	„	74	„	„	49	„		
22.	„	37	„	„	36	„		
23.	„	48	„	„	42	„		
24.	„	69	„	„	40	„		
25.	„	89	„	„	46	„		
26.	„	52	„	„	35	„		
27.	„	49	„	„	40	„		
28.	„	73	„	„	33	„		
29.	„	61	„	„	40	„		
30.	„	72	„	„	45	„		
1.	„	77	„	„	40	„		
2.	„	71	„	„	59	„		
3.	„	48	„	„	35	„		
4.	„	38	„	„	30	„		
5.	„	28	„	„	22	„		
6.	„	15	„	„	16	„		
7.	„	16	„	„	17	„		
8.	„	15	„	„	17	„		
9.	„	9	„	„	3	„		
10.	„	4	„	„	10	„		
11.	„	2	„	„	3	„		
12.	„	6	„	„	2	„		
13.	„	2	„	„	2	„		
14.	„	2	„	„	2	„		
15.	„	3	„	„	5	„		

Es würde zu weit führen, die Verteilung der Fälle auf die verschiedenen Bezirke im einzelnen zu schildern. Aus den Berichten

erkennt man, daß die an die Donau grenzenden Gebiete am meisten in Mitleidenschaft gezogen worden sind, daß aber die in dem stark verseuchten Bezirk Ilfov liegende Hauptstadt Bukarest eine kaum nennenswerte Anzahl Fälle aufweist.

Nach einem Bericht der Primarie gab es bis zum 11. September daselbst im Colentinaspital nur 26 bestätigte Choleraerkrankungen mit 13 Todesfällen, bei einer ungefähren Bevölkerung von 300000 Einwohnern. Es darf dies um so auffälliger erscheinen, als Bukarest selbst, der Zentralpunkt des Landes, mit allen Bezirken in engster Beziehung steht und während der ganzen Kriegs- und Cholerazeit fortdauernd den Einschleppungen von seiten der nomadisierenden und seßhaften Landbevölkerung, des heimkehrenden Militärs, der Kuriere, der Zufuhr choleraverdächtiger Nahrungsmittel ausgesetzt war.

Wenn in solcher Stadt mit ihrer enormen Ausdehnung und der noch nicht ganz auf hygienischer Höhe stehenden Bevölkerung an der Stadtperipherie, nur einige wenige Cholerafälle zu verzeichnen waren, so ist dies einzig und allein der ganz eminenten Fürsorge der Gesundheitsbehörde zuzuschreiben, die in vorbildlicher Weise zur rechten Zeit die rechten Maßnahmen ergriff.

Über die Krankheitsziffer im Heer und die durch die Cholera bedingten Todesfälle sind mir verschiedene Angaben bekannt geworden, die aber nicht in allen Punkten übereinstimmten.

Nach einer Veröffentlichung des Kriegsministeriums in der Mitte des Monats September, in welcher auch das Erlöschen der Cholera in der Armee bekannt gegeben wird, sind die Verluste auf etwa 1500 angesetzt, was mit der Feststellung vom 24. August 1913 (s. oben), wonach 1155 gestorben waren, in Einklang gebracht werden kann. Die Prozentzahl der Todesfälle gegenüber den Erkrankungen erreichte an manchen Plätzen weit über 40.

Die behördlichen Maßnahmen gegen die Cholera.

Für den plötzlichen Ausbruch einer Epidemie, wie die Cholera, dürfte es auch für den auf höchster sanitärer Höhe stehenden Staat schwer sein, allgemeine sowie spezielle Maßnahmen im Voraus zu treffen, da niemand weiß, in welcher Weise und in

welcher Schwere die Seuche sich entwickeln und weiter ausbreiten kann. Auch liegt die Sache sehr verschieden, je nachdem sich die Krankheit in den Reihen des Militärs verbreitet oder in der Zivilbevölkerung ihre Opfer fordert. Sind aber beide Volksklassen ergriffen, wie es hier in Rumänien war, so steigern sich die Schwierigkeiten aufs äußerste, und es bleibt nur eines übrig: d. h. schnelles Handeln und eine von Fall zu Fall sachgemäße Entscheidung.

Man muß zugeben, daß sowohl die Militär- wie Zivilbehörden den vorliegenden Verhältnissen entsprechend, in sachgemäßester Weise bei ihren Maßnahmen vorgingen, und es sind in letzter Linie auch all die Schwierigkeiten und Meinungsverschiedenheiten, die bei der im Anfang getrennten Militär- und Zivilsanitätsbehörde bestanden, zum Wohle des Landes behoben worden. Man war opferwillig und bereit, unter Hintansetzung des eigenen Ichs alle Mittel in Bewegung zu setzen, um der Seuche Herr zu werden.

Der Staat und die Volksvertretung erkannten bei den ersten Choleranachrichten aus dem Feldlager in Bulgarien die hohe Gefahr für das Land, und es wurden durch ein Dekret des Königs weitere 500000 Lei (= Frs.) zur Bekämpfung der Choleraepidemie bewilligt, nachdem bereits auf Betreiben des Leiters der obersten Sanitätsbehörde, Prof. Dr. Minovici, 900000 Lei für Beobachtungspunkte, Baracken- und Hafenbauten in Galatz, Braila, Cernavoda, Silistria, Turtukaia, Giurgiu, Cimnicea, Turnu-Magurele, Bechet, Calafat, Turnu-Severin, 20000 Lei für Ersatz des mobilisierten Sanitätspersonals usw., 250000 Lei für fliegende Laboratorien und Desinfektionszwecke, 150000 Lei für Medikamente usw., zusammen 1500000 Lei (Journal des Ministerrates Nr. 2084, 1913) bewilligt waren.

Mit der staatlichen Bereitstellung von Mitteln ging eine außergewöhnliche Hilfstätigkeit von privater Seite Hand in Hand, die in der Ausrüstung von Baracken, Ambulanzen, Bereitstellung von Privatkrankenhäusern ihren Ausdruck fand.

Maßnahmen in den Militärlagern.

Zunächst mußte sich die gesamte prophylaktische Tätigkeit darauf richten, daß die in den bulgarischen Ortschaften infizierten Soldaten in ihre eigenen Truppenkörper die Cholerakeime nicht weiter hineintrugen, und daß zweitens von den heimkehrenden kranken Soldaten die Seuche nicht ins Heimatland verschleppt wurde. Dies letztere galt ja besonders von großen Militärkontingenten, die nach der Demobilisierung die Donau wieder zu überschreiten hatten.

Trotz aller gewaltigen Anstrengungen ist es, wie schon oben ausgeführt wurde, nicht zu verhindern gewesen, daß die Cholera auch ihren Einzug in Rumänien hielt; und doch darf behauptet werden, daß man nur durch die gewaltige Mauer, die in Form der Quarantänestationen an der Donau aufgeführt wurde, eine Überflutung des Landes mit Cholerakeimen, die zu einer höchst gefährlichen Pandemie, auch für andere Länder, hätte führen müssen, verhindert hat.

Alsbald, nachdem in den bulgarischen Lagern die Cholera rumänische Soldaten ergriffen hatte, wurden von seiten der Militär-Sanitätsbehörden sofort Kolonnen entsandt, um die Isolierung und Desinfektion in die Wege zu leiten. Freilich bedeutete dies in den bulgarischen Dörfern nur einen halben Erfolg, da es bei den militärischen Operationen nicht möglich war, den Kontakt des Militärs mit der infizierten Bevölkerung und den infizierten Aufenthaltsräumen gänzlich zu vermeiden. Daher auch die schleichende Weiterverbreitung in den verschiedenen Truppenteilen.

Es setzte aber auch schon wenige Tage später, am Ende des Monats Juli und Anfang August eine ganz energische Tätigkeit des aus privaten Unterstützungen gebildeten rumänischen „Roten Kreuzes“ ein[1]), welches glänzend ausgestattete Ambulanzen mit mehr als 500 Betten und dem zugehörigen Personal in vielen Baracken nach den wichtigsten Stationen der Donau, Turnu-Magurele, Corabia, Segarcea und in das weitere Operationsgebiet entsandte.

1) In Rumänien bestehen zwei Gesellschaften des »Roten Kreuzes«, die eine der »rumänischen Herren«, die andere der »rumänischen Damen«.

Gleichzeitig wetteiferte damit die Sanitätsbehörde in der Errichtung von Isolierlazaretten, Laboratorien, Spitälern an den Hafenplätzen, um das Vordringen der Cholera zu verhindern.

Den gleichen Zwecken dienten die von Verciorova bis Calarasi an dem linken Donauufer aufgestellten Militärkordons, der Überwachungsdienst am rechten Ufer zwischen Rahova und Nikopoli, die Vorsichtsmaßregeln im Süden des Landes gegen Invasion bulgarischen und serbischen Infektionsmaterials, die Versorgung der Bevölkerung mit Kalk und desinfizierenden Stoffen, die Schließung einzelner Häfen, so daß die Verbindung nach Rumänien über die Donau nur in Bechet, Corabia, Turnu-Magurele, Giurgiu, Calarasi und Cernavoda offen blieb.

Als kräftigster Schutzwall müssen aber die Militärquarantänelager an der Donau in Cimnicea und Turnu-Magurele angesehen werden, deren Baracken für 2000 Cholerakranke und -verdächtige Raum boten und die in fabelhaft kurzer Zeit entstanden. Ihnen ist es auch zuzuschreiben, daß eine Massenverschleppung der Cholera nach Rumänien durch die heimkehrenden Truppen verhindert wurde.

Zur Errichtung der Feldlager gab die Demobilisierung der Truppen den ersten Anlaß, die nach dem Frieden von Bukarest in der ersten Hälfte des Augusts angeordnet wurde und Anfang September ihr Ende erreichte. Es hatte wohl die Absicht bestanden, die Truppen bei Corabia zurückgehen zu lassen, da jedoch wegen rapiden Steigens der Donau (5 m über Normalstand) die dort geschlagenen Brücken unbenutzbar waren, wurde der Übergang des 2. und 4. Armeekorps in Cimnicea bewerkstelligt, welches mit dem bulgarischen Ufer (bei Schistow) durch eine Schiffbrücke verbunden worden war. Hier mußten die Truppen so lange verweilen, bis eine Absonderung aller Cholerakranken und -verdächtigen stattgefunden hatte. Auch über das bulgarische Nikopoli kamen Truppenteile zurück, die einer Quarantäne in Turnu-Magurele unterworfen wurden.

Welche Vorsicht man hier walten ließ, zeigt z. B. eine Bestimmung, daß die 7. Verpflegungskolonne, welche 300 Mann stark aus Bulgarien über Turnu-Magurele zurückkehrte, an diesem

Ort noch einer fünftägigen Quarantäne unterworfen wurde, obwohl sie schon bereits sieben Tage auf der bulgarischen Seite der Donau in Nikopoli beobachtet worden war.

Das 3. Armeekorps gelangte auf dem Wasserweg mittels Schlepper die Donau hinunter nach Galatz.

Um die Überschreitung der Donau von Bulgarien aus an den nicht freigegebenen Hafenplätzen zu hindern, waren während der ganzen Zeit der Demobilisierung auf dem rechten Donauufer Schildwachen aufgestellt und ebenso anderweitige Schutzmaßregeln, die den Schiffsverkehr regelten, getroffen.

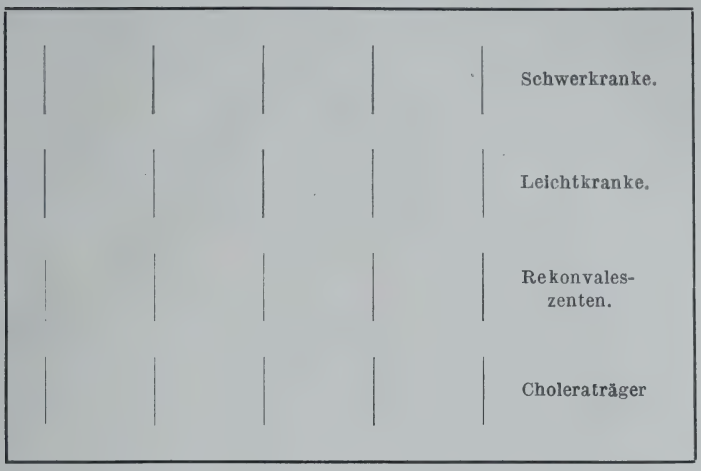
Vorbildlich gestaltete sich das Militärquarantänelager in Cimnicea.

Außerhalb der Stadt, dort, wo sich sonst Maisfelder meilenlang hinziehen, breiteten sich in ebenem Terrain drei riesenhafte Lager aus; räumlich getrennt, aber doch in mittelbarer Verbindung miteinander. Das erste und zweite Lager waren bestimmt für alle Soldaten, die aus Bulgarien zurückkehrten; das dritte Lager diente für Cholerakranke, Choleraverdächtige, Choleraträger und Rekonvaleszenten.

Da es an Platz nicht mangelte, konnten die Abmessungen zugunsten einer freieren Beweglichkeit und einer besseren Aufsicht so groß wie irgend denkbar gewählt werden; außerdem war dadurch die Möglichkeit einer Weiterverbreitung im Lager, wenn auch nicht ausgeschlossen, so doch auf das Mindeste eingeschränkt.

Das Feldlager für die Kranken enthielt vier Reihen mit je fünf hölzernen Baracken. Jede Baracke bot Raum für 40 bis 50 Kranke, so daß in diesem einen Feldlager in Cimnicea allein 800 bis 1000 Mann Unterkunft finden konnten. Für den nötigen Luftkubus war gesorgt durch die reichliche Länge von ca. 100 m, einer entsprechenden Höhe von 4 bis 5 m und einer Breite von 6 m. Die Ventilation wurde erreicht mittels einer vorderen und einer hinteren großen und breiten, durch feste Türen verschließbaren Öffnung und gegenüberliegende, zuklappbare Fensteröffnungen, welche durch Drahtgaze gegen Fliegeninvasion geschützt waren.

Fig. 1. **Schema des Kranken-Barackenlagers in Cimnicea.**



Zwischen den Baracken liefen freie Räume von je 10 m hin, und die Straßen zwischen den Barackenreihen dehnten sich bis 20 m aus (Fig. 1).

Von der Benutzung gelöschten Kalkes wurde ausgiebiger Gebrauch gemacht. Alle Vorplätze vor den Baracken und die Wege zwischen und vor den Holzhäusern wurden wiederholt getüncht, ebenso wie die Häuser selbst in etwa Meterhöhe vom Boden her einen Bewurf erhielten. In gleicher Weise trug man eine dicke Schicht frischgelöschten Kalk im Innern der Baracken auf dem Boden auf, nachdem in der Längsrichtung desselben eine rinnenartige Vertiefung zur besseren Unschädlichmachung etwa abfließenden Infektionsstoffes geschaffen war.

Die Lagerstätten der Internierten befanden sich zu beiden Seiten des Mittelganges. Für Schwerkranke und Leichtkranke waren eiserne Bettstellen mit Strohsäcken und wollenen Decken vorgesehen; für Suspekte und Choleraträger nur Strohsäcke und wollene Decken. Eine direkte Berührung der Strohsäcke mit dem gekalkten Fußboden war durch Unterlagen dichtgeflochtener Bastmatten vermieden.

Eine weitere Bereicherung an Unterkunftsräumen erfuhr das Feldlager durch Errichtung einer Reihe Döckerscher Baracken, welche als Pflegeräume für kranke Offiziere und Soldaten dienten;

und in etwa 20 separat errichteten Holzbaracken fanden über 100 türkisch-muhammedanische Familien, die der Verfolgung der Bulgaren entgangen und mit rumänischen Truppen über die Donau herübergekommen waren, Aufnahme.

Da auch für Kranke, die nicht an Cholera litten, gesorgt werden mußte, wurden in der Nähe des Bahnhofes Cimnicea und in einiger Entfernung vom Zentrallager aus hundert Eisenbahnwaggons ein regelrechtes Spital mit Betten und allem Zubehör eingerichtet.

Alle Fourage und die notwendigen Hilfsmittel lieferte die ländliche Umgebung und vor allem die Hauptstadt. Zu bewundern bleibt, wie mit relativ wenig Sanitätspersonal die gewaltige Arbeit der Verpflegung und Versorgung aller Cholera- und Nichtcholerakranken durchgeführt worden ist. Dazu kam die Untersuchung der Stühle von Tausenden von Soldaten, aus denen Cholerakranke und Choleraträger ermittelt werden sollten.

Eine der Döckerschen Baracken diente als bakteriologische Untersuchungsstation; sie war mit allen modernen Hilfsmitteln, zum Teil mit von deutschen Firmen gelieferten Apparaten und Brutschränken, ausgestattet und unterschied sich in nichts von unsern best eingerichteten Laboratorien.

Das Heerlager bedurfte aber auch noch anderer wichtiger Einrichtungen; und zwar die Möglichkeit der Herstellung einwandfreien Trinkwassers, der Einrichtung geeigneter Abortanlagen und der Möglichkeit der Desinfektion.

Am radikalsten gestaltete sich die Beseitigung von infiziertem und unbrauchbar gewordenem Material aus den Baracken: Strohmatten, Bettstroh, Matrazen, Holzteile, Verbandmaterial, Kleidungsstücke usw. Das alles wurde täglich durch ein gewaltiges Feuer auf einem besonderen Terrain vernichtet (Fig. 2).[1])

Gegenstände für den täglichen Gebrauch, Eßgeschirre, Trinkgefäße, Gebrauchsgegenstände, sowie zu weiterer Verwendung dienende Effekten, Kleidungsstücke unterlagen der Sterilisation in fahrbaren Felddesinfektionsapparaten, von denen die Militärverwaltung mehrere aufgestellt hatte (Fig. 2).

[1]) Die Abbildungen resp. »Fig.« siehe am Schluß der Abhandlung.

Die Herbeischaffung von einwandfreiem Wasser, das in großer Menge zu Trink-, Wasch- und Reinigungszwecken notwendig war, ließ sich in recht befriedigender Weise vom Bahnhof Cimnicea aus regeln. Es wurde in eigener Leitung dem Feldlager zugeführt (Fig. 3). Außerdem standen Apparate zur Herstellung destillierten Wassers zur Verfügung. Für täglich frisches Brot und warme Speisen sorgte eine Militärfeldbäckerei und eine Feldküche (Fig. 3).

Als Abortanlagen dienten quadratisch ausgehobene, in nächster Nähe jeder Baracke gelegene Gruben, welche mit einfachen Brettern bedeckt waren. Eine schützende Baracke verbarg die Anlage. Zur Aufnahme der Fäkalien befand sich ein quadratischer Ausschnitt in der Mitte der Bretterbedeckung, so daß sich der Akt wie bei den im Orient gebräuchlichen Stehklosetts vollzog. Die Desinfektion erfolgte mittels großer Mengen gelöschten Kalkes.

Die Soldaten zur Bewachung des Barackenlagers kampierten in Zelten in nächster Nähe des Lagers (Fig. 4).

Im Lager herrschte trotz der gewaltigsten Anforderungen an das Sanitäts-, Warte- und Aufsichtspersonal die musterhafteste Ordnung. Mit großer Hingabe und Selbstverleugnung wartete jeder seines Amtes. Und gerade in der Zeit der fieberhaftesten Tätigkeit und der größten Anstrengungen gaben Mitglieder der Kgl. Familie ein selten schönes Beispiel von Pflichterfüllung und edler Gesinnung. Der König selbst besuchte zu wiederholten Malen die Militärquarantäneanlagen in Cimnicea und Turnu-Magurele; in gleicher Weise auch Kronprinz Ferdinand und Prinz Carol, während die Kronprinzessin Maria in Cimnicea persönlich in der kritischen Zeit die Pflege der Kranken überwachte und helfend eingriff.

In ganz ähnlicher Weise wie in Cimnicea hatten auch die in der Umgebung der Stadt Turnu-Magurele eingerichteten Militärquarantäneanlagen ihre Arbeit aufgenommen.

Die Maßnahmen von seiten der Zivilbehörde.

Um der Cholera im Lande selbst wirksam entgegentreten zu können, bedurfte die Sanitätsbehörde eines umfangreichen Sanitäts-

personals, welches zunächst aber nur zu einem sehr geringen Teil zur Verfügung stand. Der größte Teil war unter der Waffe und befand sich teils in Feindesland, teils in den Militärquarantäne-Konzentrationslagern.

Es beschloß daher der Sanitätsrat des Landes, bei der Militärverwaltung vorstellig zu werden, sobald es irgend angängig erschiene, die Demobilisierung des gesamten unter der Waffe stehenden Sanitätspersonals anzuordnen, und in gleichem Sinn erbat das Ministerium des Innern vom Kriegsminister die Überlassung von Material und Personal.

Die Militärbehörde zögerte, als die Truppen die Donau überschritten hatten, keinen Augenblick, diese berechtigten und für das Wohl des Staates so wichtigen Maßnahmen gut zu heißen und stellte die gesamten mobilisierten Ärzte und Sanitätsagenten, ebenso das für den Bewachungskordon notwendige Personal der zivilen Sanitätsdirektion bereitwilligst zur Verfügung.

Diese, meiner Überzeugung nach außerordentlich glückliche Konfiguration bedeutete nichts weniger als die Verschmelzung der militärischen und zivilen Sanitätsbehörde zu einer gemeinschaftlichen Gesundheitszentralbehörde, von der alle weiteren Veranlassungen ausgingen. Ich wage nicht, zu entscheiden, ob für unsere deutschen Verhältnisse in ähnlichem Falle solcherart Einrichtungen passend oder zweckmäßig erscheinen würden; für die derzeitige Lage in Rumänien waren sie entschieden das Beste, was vereinbart werden konnte. Denn durch diese einheitliche Leitung wurden alle gegenteiligen, eventuell hemmenden Maßnahmen einer zweiten Leitung ausgeschlossen. Zivil und Militär unterstand nur einer Behörde und alle Anordnungen gingen nur durch eine Hand. Dementsprechend wurde der Überblick über das Ganze klarer, und es konnte sich die Bekämpfung der Seuche viel rascher und wirksamer abspielen.

In Erkenntnis der Wichtigkeit einer derartigen Organisation verfügte der Generaldirektor und der Subdirektor des Gesundheitswesens über eine außerordentliche Vollmacht, die in exekutiver Gewalt bestand und sich über alle behördlichen Organe erstreckte.

Ich habe nicht nur einmal Gelegenheit gehabt, zu bewundern, in wie rascher und präziser Weise die Anordnungen auf ein strenges Wort des ausführenden Subdirektors, Prof. Dr. Mesincescu, hin durchgeführt wurden und wie prompt den Befehlen dieses Zivilbeamten Folge geleistet wurde. Gegenreden kleinlicher Nörgler und Beschwerdeschriften böswilliger Widersacher gab es ebensowenig wie passiven Widerstand oder säumige Verzögerung. Der diktatorische Wille und die Machtbefugnis schafften sich überall Geltung, und wo sie trotzdem auf starrköpfigen Widerstand stießen, wurde die sofortige Absetzung des Ungehorsamen verfügt. Freilich war diese musterhafte Durchführung der notwendigen Maßnahmen nur gewährleistet durch die persönliche Anwesenheit und das persönliche Eingreifen des energischen Mannes, der auf Befehl der obersten Sanitätsbehörde heute hier und morgen dort erschien, bald in diesem, bald in jenem Teil des Landes auftrat, den ohne Ruh und Rast die Staatsautomobile Tausende von Kilometern Weges an die Plätze seiner Tätigkeit beförderten.

Auf solchen Fahrten ihn zu begleiten, war mir eine hohe Befriedigung; boten sie doch die Möglichkeit, den gesamten Plan der Cholerabekämpfung in all seinen Einzelheiten aufs genaueste kennen zu lernen, aber auch die Schwierigkeiten und persönlichen Mühen erkennen zu lassen, die jene verantwortliche Stellung mit sich brachte.

Die einheitliche Leitung der gesamten Bekämpfungsmaßnahmen begann nach der Rückkehr der Truppen aus Bulgarien in den großen Konzentrationsquarantänelagern in Cimnicea und Turnu-Magurele und überdauerte die ganze kritische Periode, in der die Cholera die Tendenz einer weiteren Ausbreitung zeigte. Erst dann übernahmen die Militär- und Zivilsanitätsbehörden wieder ihre getrennten Ressorts.

Die vorzüglichen Einrichtungen der Militärverwaltung kamen, nachdem sie in Cimnicea und Turnu-Magurele überflüssig geworden waren, der Cholerabekämpfung in den Landdistrikten außerordentlich zu statten. Es wurden nicht weniger als sieben bakteriologische Laboratorien der Armee mit dem disponiblen Personal in die infizierten Choleraplätze verlegt. Jeder Distrikt er-

hielt in zwei oder drei Depots Spitaleinrichtungen, Desinfektionsmittel, Choleravaccine, Mittel zu bakteriologischen Untersuchungen usw., außerdem 20 Ambulanzwagen aus den Konzentrationslagern, die Medikamentendepots aus den Quarantänelagern, 200 Militärzelte, Tragbahren und mehr als 100 Hilfskräfte des militärischen Sanitätspersonals. In gleicher Weise wanderte ein großer Teil der Baracken hinaus in die verseuchten Ortschaften.

Hier draußen auf dem Lande bedurfte der gesamte Bekämpfungsapparat einer andern Organisation.

Die Bevölkerung ist wenig dicht; ihre Ortschaften sind meist kleine, weit voneinander abliegende Dörfchen, deren Einwohner nicht mit Glücksgütern gesegnet sind und sich zum größten Teil in recht primitiven Verhältnissen befinden. Dort, wo die Zigeuner eine wesentliche Rolle spielen, kann man auch von hygienischen Einrichtungen und Empfindungen nicht mehr reden, und so läßt sich leicht verstehen, daß die Bekämpfung einer Seuche von der Gefährlichkeit der Cholera in derartigen Distrikten die allergrößten Schwierigkeiten machen mußte. Dazu kam noch vielfach das geringe Verständnis für den Ernst der Sachlage und die damit einhergehende Opposition Unverständiger, die in den angeordneten Maßnahmen nur eine Bedrückung der ohnehin schon sehr bedrängten Bevölkerung erblickten.

Selbst Leute, die zur Intelligenz gerechnet werden wollten, wie z. B. vereinzelte Großgrundbesitzer, haben, wie der Subdirektor des Gesundheitswesens zu klagen wußte, in einigen Fällen ein Verständnis für die schweren Sorgen der Zeit nicht gehabt und ihre Hilfe der Regierung und den leidenden Mitmenschen versagt. Nicht mehr bewohnbare Häuser, die zu Lazarettzwecken hätten benutzt werden können, haben sie zur Unterkunft für die Kranken hartnäckig verweigert, so daß am Eingang der Dörfer die Cholerakranken in einfachen Zelten untergebracht werden mußten. Sie haben den Leidenden die Gehöfte versperrt und jede Schale Maismehl versagt, so daß sie an Hunger zugrunde gingen. Ja, sie haben sich nicht gescheut, den mit der Bekämpfung der Cholera betrauten Ärzten nur Indolenz vorzuwerfen.

Glücklicherweise hat die Chronik demgegenüber auch edlere Beispiele von Großgrundbesitzern aufzuzählen, die aus eigenster Initiative und auf eigene Kosten Musterbaracken erbauten, von den Cholerakranken ihrer Umgebung nicht wichen und sie mit Nahrung, Medikamenten und allen Erleichterungen unterstützten. Ein Großgrundbesitzer im Bezirke Olt durchwanderte den ganzen Distrikt, versah auf eigene Faust den Sanitätsdienst und brachte 5000 Bauern dazu, sich gegen die Cholera impfen zu lassen.

Die Schwierigkeiten für die Sanitätsbehörden wuchsen um so mehr, je häufiger Cholerafälle in den Bezirken auftraten, wo eigenes Sanitätspersonal nicht vorhanden war.

Die letztere Tatsache mutet uns eigentümlich an, wird aber sofort verständlich, wenn wir hören, daß in den kleinen, weit auseinander liegenden Ortschaften mit sehr armer Bevölkerung, die mit primitiver medizinischer Selbsthilfe immer noch auszukommen versteht, kein Arzt seinen Wohnsitz aufschlägt, da er einfach nicht existieren kann. Und wenn er bestehen könnte, so wäre zurzeit die Möglichkeit, die Plätze zu besetzen, gar nicht vorhanden, weil es nicht genug Ärzte gibt.

Die Regierung ist daher zurzeit nur in der Lage, neben dem besoldeten „Kreisphysikus“ sog. Sanitätsagenten in jene Ortschaften zu setzen, die als Ersatz für das fehlende Ärztematerial dienen und den Sanitätsdienst, soweit es ihre Ausbildung und ihre Befugnisse zulassen, übernehmen.

Diese Einrichtung der Sanitätsagenten darf aber immerhin für die dortigen Verhältnisse einen hohen Grad von Vollkommenheit für sich in Anspruch nehmen und ist ein — wie ich mich überzeugen konnte — nicht zu unterschätzender wichtiger Faktor bei der Bekämpfung derartiger Seuchen und Volkskrankheiten.

Die Sanitätsagenten sind Leute, welche als Sanitätssoldaten gedient haben. Sie werden nach ihrer Dienstzeit noch eine Zeit lang auf einer Vorbereitungsschule in sanitären Angelegenheiten unterrichtet, legen dann ein Examen ab und erhalten alsdann eine dementsprechende Stellung.

Ihre Funktionen erstrecken sich auf Besuche in den Häusern des Ortes oder der Orte, die zu ihrem Bezirk gehören, um anzeige-

pflichtige Krankheiten zu eruieren, ferner auf kleine medizinische Hilfeleistungen, auf die Ausführung der vom Kreisarzt vorgeschriebenen Anordnungen und überhaupt auf die Vermittlung der Bevölkerung mit der Gesundheitsbehörde.

Da die Organisation der Medizinalpersonen von der unsrigen ziemlich abweicht, so mag sie hier in Kürze mitgeteilt sein.[1])

Die oberste Behörde ist das Ministerium des Innern, dem zur Seite der Medizinalreferent steht: Director general al servicio sanitar. Die nächsthöchsten Medizinalpersonen sind zehn Sanitätsinspektoren, die verschiedene Ressorts unter sich haben. In das Bereich des einen fallen die Epidemien, in das des andern die Gewerbe- und Fabrikangelegenheiten, in das eines dritten die soziale Medizin. Die sieben andern stehen sieben großen Medizinalbezirken des Landes vor.

Es folgen sodann sechs Chefärzte (Medic Chef de orage) für die großen Städte Bukarest, Jassy, Galatz, Braila, Craiova und Ploeschti. Als Bezirksärzte in unserm Sinn fungieren in den 32 Departements 32 Medizinalbeamte (Medic primar de județ, und zwar für die Landkreise (Medic de plața) und für die Stadtkreise (Medic de orage). Diesen sind, je nach der Größe des Kreises, ein Sekundärarzt und eine angemessene Anzahl Sanitätsagenten beigegeben.

Eine Kategorie für sich bilden die Spital- und Krankenhausärzte, welche ebenfalls eine gewisse Rangordnung einnehmen.

Neben den staatlichen, städtischen und Landkrankenhäusern gibt es in Rumänien eine sehr große Anzahl Spitäler, welche einzig und allein von der in diesem Land sehr ausgeprägten Privatwohltätigkeit gegründet, ausgerüstet und unterhalten werden. Sie sind außerordentlich reich dotiert, auf das modernste eingerichtet und erinnern lebhaft an unsere großen Universitätskliniken und großen städtischen Krankenhäuser.

Die in diesen Spitälern fungierenden Primärärzte sind von der Administration der Krankenhäuser (Eforien) angestellt und werden als „Medic primar de Spital la eforie sau epidropic“ bezeichnet. Meist sind es Spezialisten der inneren Medizin, Chirurgie und

[1]) Auf Grund mündlicher Mitteilung.

Gynäkologie und rekrutieren sich zum großen Teil aus Universitätsprofessoren (so z. B. in Bukarest).

In gleicher Stellung befinden sich die Spezialärzte (Medic primar) außerhalb Bukarests und die Spezialärzte in Bukarest, welche mit den Eforien in keiner Beziehung stehen.

Eine dritte Klasse bilden die Vorsteher der großen Spitäler auf dem Lande mit mehr als 40 Betten (Medic primar de Spital); denen jene von Spitälern mit 25 Betten folgen (Medic de Spital). Endlich gibt es noch die Medic secundar de Spital, Sekundärärzte, welche den Krankenhäusern mit mehr als 40 Betten beigegeben sind.

Während der Cholerazeit waren alle Medizinalpersonen aufs äußerste in Anspruch genommen, und in den Städten, die im Gebiet der Epidemie lagen, besonders aber in der Zentrale Bukarest, hatten die Krankenhäuser eine riesengroße Aufgabe zu bewältigen.

Vielfach reichten die Räume nicht aus, und man mußte sich mit Baracken und Notbehelfen begnügen. Am dringendsten war aber das Bedürfnis nach geeigneter Unterbringung der Kranken auf dem Lande, in den Dörfern, wo besonders unter den primitiven häuslichen Verhältnissen die Isolierung der Kranken die erste und wichtigste Maßnahme bedeutete.

So wurden die Gemeindeschulen geschlossen und in provisorische Spitäler verwandelt.

Ich habe den Eindruck, daß man in der rationellsten und einwandfreiesten Weise dabei vorging. Selbst auch dort, wo, wie in den kleinen Gemeindeschulen, die fast alle nach einem gemeinschaftlichen Plane gebaut sind, nur drei Schulräume vorhanden waren, konnte man den Verhältnissen gerecht werden.

Das Haus wurde vollkommen isoliert. Niemand, außer dem Arzt, dem Wärter oder der Schwester — auch die Verwandten nicht — hatte Zutritt. Eine militärische oder Gendarmeriewache sorgte Tag und Nacht für genügende Absperrung. Soweit die Schule von der Hauptstraße zurücklag, so weit war der Weg bis dahin mit gelöschtem Kalk belegt, und ehe dieser Weg betreten

werden konnte, mußte eine ca. 1 bis 1,5 m breite Mulde überschritten werden, die mit mit Kreolin getränktem Stroh und Schilf ausgelegt war. Jeder, der das Notspital verließ, war angehalten, seine Sohlen erst gründlich mit dem Desinfektionsmittel zu benetzen (Fig. 8).

Eine andere Einrichtung, die allgemein beim Verlassen der Notspitäler und Krankenhäuser geübt wurde, war die, daß Kleidung und Schuhe, besonders Sohlen, mit Karbolwasser besprengt wurden. Es ist gewiß nichts einzuwenden gegen diese Methode, wenn sie sachgemäß und gründlich ausgeführt wird; sie sinkt aber zu einer Scheinmethode herab, falls nur — ut aliquid fiat — die Kleider mit einigen Tröpfchen der Flüssigkeit benetzt werden. Solcherlei Manipulationen konnte ich bei Eintritt von Ungarn nach Rumänien in Verciorova erfahren, wo der mit der Desinfektion Beauftragte mit einem Sprengapparat, wie sie in den Weinbergen zum Kalkverspritzen benutzt werden, die sämtlichen, mehrere Hundert betragenden Passagiere eines durchgehenden Schnellzugs während des Aufenthaltes ganz oberflächlich betaute. Bald gelangte die Flüssigkeit ins Gesicht, bald auf die Beinkleider, der eine wurde auf der Vorderseite, der andere auf der Hinterseite, wie er eben stand, der dritte gar nicht getroffen. Die Nutzlosigkeit dieses Verfahrens ist ohne weiteres einzusehen; es hat keinen praktischen Zweck, da wir damit weder die Choleraträger unschädlich machen, noch eine Kontaktinfektion verhindern können.

Im Innern der Notspitäler waren eiserne Bettstellen mit Matratzen aufgestellt, und zwar im einen Raum für Schwerkranke, im andern Raum für Choleraträger, im dritten für Rekonvaleszenten.

Hier bot sich manch erschütterndes Bild: Sterbende, die mit dem Tode rangen, und solche, die in hilflosem Zustand dem Spital eben erst übergeben wurden. Unablässig war man bemüht, ihnen Linderung zu verschaffen oder ihnen mittels großer Mengen Kochsalz resp. Phosphatinjektionen den eminenten, durch die zahlreichen Stuhlentleerungen bedingten Wasserverlust zu ersetzen. Man sah aber auch hier und da einen hoffnungsvollen Blick aus den hohlen Augen leuchten bei solchen, welche die Krisis über-

standen hatten und aus dem Saal für Schwerkranke verlegt werden konnten: Eine Mutter mit ihrem dreijährigen Kinde war dem Tode entgangen.

Draußen vor dem Hause aber wehte die weiße, auf einer hohen Stange aufgezogene Cholerafahne, als Wahrzeichen dafür, daß der Tod hier seine Ernte hielt.

Handelte es sich um wirkliche Spitäler oder größere Krankenhäuser, wie z. B. in Turnu-Magurele, so wurde das Einteilungsprinzip für Kranke und Rekonvaleszenten in ähnlicher Weise durchgeführt. Die Säle waren aber auch hier dicht belegt, und um den Anforderungen zu genügen, mußten für die hierher überführten cholerakranken Rumänen und aus Bulgarien geflohenen Muhammedaner Baracken in unmittelbarer Nähe des Krankenhauses gebaut werden (Fig. 6 und 7).

Leider raffte der Tod auch hier, wie überall, trotz sorgfältigster Pflege Männer und Frauen, jüngere und ältere, hinweg.

Falls die Zeit es erlaubte, wurden die Leichen in der dem Krankenhaus angegliederten Sektionshalle obduziert.

Die pathologische Anatomie und der Sektionsbefund von Choleraleichen ist zwar bekannt und braucht hier nicht erörtert zu werden, doch lieferten eine Reihe von Fällen ein reiches wissenschaftliches Material, das von Herrn Professor Dr. Cantacucino weiter bearbeitet worden ist und an anderer Stelle veröffentlicht werden wird. Ich darf ihm auch hier für seine freundliche Belehrung und sein liebenswürdiges Entgegenkommen bei den Cholerasektionen und in seinem Institut bestens danken.

Den Verordnungen der Gesundheitsbehörde entsprechend, gestaltete sich die Beerdigung der Choleraleichen in den Lazaretten und Quarantänelagern so, daß man dieselben in ein mit Formalin getränktes Leintuch einhüllte und in einen starkwandigen Holzkasten bettete. Letzterer wurde in einem speziell eingerichteten, verschließbaren „Cholerawagen“ sofort nach dem Friedhof überführt und sodann ohne weitere religiöse Formalitäten der Erde übergeben (Fig. 8).

In dem Quarantänelager bei Sulina am Schwarzen Meer, von welchem weiter unten noch die Rede sein wird, umgab man die

Leichen mit gelöschtem Kalk, hüllte sie in ein Leintuch ein und verfuhr wie oben beschrieben.

Handelte es sich um die Überführung einer Choleraleiche — hier ist an einen Fall gedacht, in welchem die Familie ihren Anverwandten in die Familiengruft beizusetzen wünschte —, so mußte der Leichnam in einer mit Formalin dicht getränkten Watteschicht eingewickelt werden, darauf kam er in einen mit Desinfizienzien ausgekleideten Sarg, dieser wiederum in einen Metallsarg und letzterer endlich in eine Holzkiste, welche mit einer Schicht Kalk ausgelegt war.

Eine der wichtigsten Aufgaben, die die Sanitätsbehörde zu erfüllen hatte, war die Ermittlung der ersten Fälle in einer noch bis dahin unverseuchten Gegend oder Ortschaft und die sofortigen Maßnahmen gegen die Weiterverbreitung.

Ganz besonders notwendig schien dieses Eingreifen in Bukarest selbst notwendig zu sein, einer Stadt von 300000 Einwohnern, deren Bevölkerung in den peripheren Teilen der Stadt — wie oben bereits erwähnt — den modernen hygienischen Forderungen noch nicht das genügende Verständnis entgegenbringt. Auch lassen hier die Wohnungsverhältnisse bei den armen Leuten noch manches zu wünschen übrig. Dazu kam, daß ganz besonders in den in der Nähe der Stadt befindlichen Zigeunervierteln die Cholera leicht eine Stätte der Weiterverbreitung finden konnte.

So hat es in der Tat auch nicht an zerstreutem Auftreten der Seuche an einzelnen Punkten gefehlt, doch wurden die Fälle dank der Bereitschaft der Gesundheitsbehörde und dank der strikten Durchführung der von den Professoren Dr. Minovoci und Dr. Babes ausgearbeiteten Pläne stets unschädlich gemacht.

Die erste Maßnahme bezog sich, sobald ein Fall gemeldet wurde, auf die sofortige Isolierung des Patienten. Dann folgte die Desinfektion aller Räume. Gleichzeitig wurden alle Insassen des Hauses und der nächsten Umgebung, die möglicherweise mit dem Kranken in Berührung gekommen waren, evakuiert, gegen Cholera vakziniert und unter Beobachtung gestellt.

Das Haus selbst wurde verschlossen, die weitere Umgebung ebenfalls vakziniert und bewacht. Traten Fälle in den Zigeunervierteln auf, wie z. B. in der Gemeinde Ciurel bei Bukarest, so umgab man das ganze Viertel mit einem starken Gendarmeriekordon, der jeglichen Verkehr mit den Bewohnern verhinderte. Letztere wurden ausnahmslos geimpft.

Die Einrichtungen auf dem platten Lande waren ähnlich. Wurden die Anordnungen nicht befolgt, so verfügte die Behörde die „Schließung des Dorfes." Niemand durfte den Ort verlassen. Etwa notwendige Materialien, Lebensmittel u. dgl., wurden von außen herbeigeschafft. Der Ortsvorsteher haftete — widrigenfalls die sofortige Absetzung von seinem Amte erfolgte — für gewissenhafte Befolgung der Vorschrift. Außerdem übernahm die Bewachung des Ortes die Gendarmerie oder das Militär. Zugang hatten nur die Polizei und die Sanitätsagenten, denen die Pflicht oblag, sich täglich über den Gesundheitszustand der Bewohner zu unterrichten.

Ein weiterer Faktor, der zur Verbreitung der Cholera beitragen konnte und der höchsten Aufsicht bedurfte, waren die Brunnen im Landbezirke.

Es ist eine für die Rumänen eigentümliche, aber höchst erfreuliche Erscheinung, daß auf dem Lande, wo die Dörfer sehr zerstreut liegen und die Landstraßen meilenweit durch bebaute, aber unbewohnte Gegenden ziehen, in der Nähe der Wege von Zeit zu Zeit Grundwasserkesselbrunnen vorhanden sind, die zum Teil als Ziehbrunnen, zum Teil als Schöpfbrunnen benutzt werden. Sie sind einerseits vom Staat, anderseits von den Bezirken und Gemeinden angelegt, in der Mehrzahl der Fälle handelt es sich um Akte der Pietät von seiten einzelner Privatpersonen, die anläßlich der Genesung nach schwerer Krankheit u. dgl. Brunnen stiften. An vielen Anlagen geben Inschriften Zeugnis über derartige Stiftungen ab.

Die älteren Brunnen sind noch meist in primitiver, zum Teil Holzverkleidung ausgeführt, die neuen, deren Anlage der behörd-

lichen Genehmigung unterliegt, bestehen aber aus Stein oder Zement (Fig. 9).

Dort, wo eine Verunreinigung durch Infektionsstoffe vermutet worden war, wurde eine große Menge Kaliumpermanganat hineingeworfen, der Brunnen eine Zeitlang später leergepumpt und nun mit gelöschtem Kalk imprägniert. Nach mehrtägigem Stehen wurde das Wasser von neuem entleert und der Brunnen nach mehrmaligem Waschen mit dem nachquellenden Wasser gereinigt. Diese Maßnahmen haben sich offenbar gut bewährt, da mir darüber nichts bekannt geworden ist, daß Infektionen von so gereinigten Brunnen ausgegangen wären.

Aus prophylaktischen Rücksichten mußten während der Choleraperiode manche Verordnungen erlassen werden, die sich zwar nicht immer direkt auf die Seuche bezogen, aber im Interesse der Gesamthygiene nötig waren.

Ein wichtiges Verbot richtete sich gegen die Preissteigerung des Kalkes, der in großen Mengen Verwendung fand. Auf Straßen, Gräben, Höfen, Kanalmündungen, Aborten, Bahnhöfen, Einkehrhäusern, an Mauern, Zäunen, in schlechten Häusern, auf zweifelhaften Plätzen und in der Peripherie der Orte war damit nicht gespart worden. Es hatte das Gute, daß sowohl Infektionsstoffe dank dieser frischen Tünchung beseitigt wurden, dann diente die Maßregel aber auch als Monitum für die Bevölkerung, daß Gefahr vorhanden sei. Darin lag ein gewisses erzieherisches Moment für Ungläubige und Leichtsinnige, selbst wenn man auch wußte, daß mit dieser Maßregel allein die Cholera nicht zu bekämpfen war. Am meisten wollten die Lieferanten herausschlagen, doch wurde ihnen im Interesse des Landes das Handwerk sehr bald gelegt.

Ein weiteres Verbot betraf die Einfuhr von Milch in die Hauptstadt aus Ortschaften, die Choleraverdächtig waren.

Ebenso wurde im Hinblick auf die Gefahr einer Verbreitung der Cholera durch Nahrungsmittel der Hausierhandel der „Precupetzi“ auf den Straßen mit Obst, Gemüsen, Trauben, Nüssen,

Zuckerwaren, Gebäck, Braga — ein obergäriges Bier — usw. verboten. Wer diesen Straßenhandel kennt, wird der Gesundheitsbehörde Dank wissen, daß sie hier energisch eingriff, und es wäre im Interesse der allgemeinen Hygiene nur zu begrüßen, wenn diese Polizeiverordnung eine dauernde Nachwirkung hätte.

Es handelt sich ja bei dieser Frage nicht nur um die Cholera, sondern um den gesamten Gesundheitszustand der großstädtischen Bevölkerung.

Leider werden nach früherem Herkommen und eingebürgerter Sitte entsprechend die obengenannten Gegenstände von einer übergroßen Menge männlicher Personen auf allen Straßen, Plätzen und in den Häusern feilgeboten, was für das Publikum eine gewisse Bequemlichkeit und für viele Verkäufer eine Erwerbsquelle bedeutet. Gegen eine sachgemäße Behandlung wäre nichts einzuwenden. Unter diesen Händlern und Hausierern sind aber anderseits eine Menge sehr zweifelhafter und arbeitsscheuer und unendlich schmutziger Elemente, die gewiß nur, um einer intensiveren Tätigkeit aus dem Wege zu gehen, mit ein paar Bani Verdienst pro Tag als Zwischenhändler fungieren und lieber den ganzen Tag, zum Teil auch die Nacht mit ihren Artikeln auf den Straßen herumliegen (im wahren Sinne des Wortes!). Sie lassen sich an einer ihnen beliebigen Stelle auf den Boulevards, Trottoirs, in Hauseingängen usw. nieder und sitzen, kauern oder liegen neben den auf der Erde stehenden flachen Körben, bis ein vorübergehender Käufer ihnen vielleicht eine Kleinigkeit abnimmt.

Den Zuschauer beschleicht ein eigentümliches, wehmütiges Gefühl, wenn er diese unsaubern Gesellen beobachtet, und sieht, wie die im Lande gediehenen herrlichen Früchte, Trauben, Gemüse usw. mit Staub und Schmutz besät werden, wie diese und die feilgebotenen Bäckereierzeugnisse stunden- und tagelang der Sonne ausgesetzt sind und so der Verderbnis entgegengehen. Da schützt auch nicht das geforderte Überdecken der Gegenstände mit leichter Gaze.

Ganz abgesehen davon, daß die Würze des Genusses bei so unappetitlicher Aufbewahrung vollständig verloren gehen muß, ist der Konsum solcher Waren mit gesundheitlicher Gefahr ver-

bunden. Wir sind gewöhnlich zwar nicht in der Lage, in jedem einzelnen Falle festzustellen, welche und wie viele Erkrankungen des Magen-Darmkanals darauf zurückzuführen sind, es steht aber durch hundertfache Erfahrung zweifellos fest, daß im Gefolge des Genusses verdorbener Nahrungsmittel Paratyphus und Enteritis aufgetreten ist und Typhus, Dysenterie und Cholera verbreitet wird.

In voller Erkenntnis der Tragweite dieser Tatsachen hat auch die Gesundheitsbehörde das Verbot erlassen, indem sie wohl weiß, daß ein erstes Gebot der Hygiene darin besteht, daß die Nahrung einwandfrei sein muß und dementsprechend der Nahrungsmittelverkauf in geschlossene Läden und in die Markthalle gehört, aber nicht auf die Straße.

Semmeln und Brötchen durften in den Restaurants nach einer Bestimmung des Primars nur in Pergamentbeuteln an Gäste abgegeben werden. Sämtliche Lokale mußten während der Cholerazeit um 1 Uhr geschlossen werden. Auch das Fischen aus gewissen Seen wurde untersagt, nachdem am Rande des Sees bei Suchaia Choleravibrionen gefunden worden waren.

Handelte es sich bei den besprochenen Anordnungen darum, ein Weitergreifen der Cholera im Innern des Landes zu verhindern, so mußten anderseits von seiten der Zivilbehörden auch Vorkehrungen getroffen werden, die einer Einschleppung von außen vorbeugten.

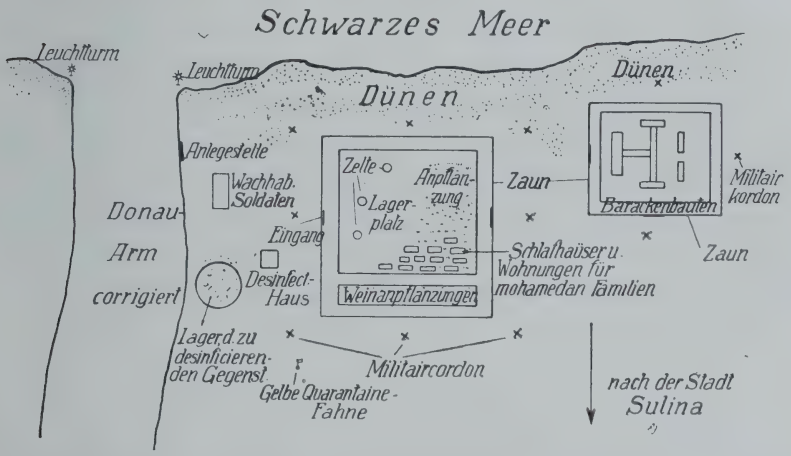
Dazu diente vor allen Dingen die Bewachung des Grenzstromes, der Donau, und die Überwachung der Küsten des Schwarzen Meeres bzw. der Häfen und der Mündung der Donau.

Die Sicherung der Donauübergänge hatte die Sanitätsbehörde, wie oben auseinandergesetzt worden ist, mit der Einrichtung der großen Konzentrationslager in Cimnicea und Turnu-Magurele und an andern Orten begonnen, sie hatte sie fortgesetzt durch Einrichtung von Bewachungsstationen längs des Stromes und beendet mit der Einrichtung eines großen Quarantänelagers in Sulina, an der Mündung der Donau in das Schwarze Meer.

Letztere hatte eine doppelte Aufgabe zu erfüllen. Sie mußte einerseits den Choleraverdächtigen, welche auf Schiffen oder

Schleppern die Donau heruntergekommen waren, Aufnahme bieten und anderseits den vom Meer einfahrenden Schiffen eine Fürsorgestelle sein, wo diese ihre Verdächtigen unterbringen konnten.

Sulina ist die letzte rumänische Stadt am mittleren ausgebaggerten Arm der Donau, die sich dort nach der Bildung des gewaltigen, 80 km langen und 130 km breiten, von Turcea aus beginnenden Deltas in das Schwarze Meer ergießt. Der nördliche Arm bildet die Grenze zwischen dem russischen Bessarabien, der südliche Arm liegt auf rumänischem Gebiet, wird aber für die Großschiffahrt nicht benutzt. Das umliegende Gebiet der Stadt ist dem Delta entsprechend flach, niedrig und sumpfig (Fig. 11), nur direkt am Meere ziehen sich niedrige Sanddünen hin, auf denen



Baumgruppen zur Befestigung der Terrains gepflanzt sind, sonst sproßt aber nichts als einige Salsola-Arten, Distelgewächse und Seegras.

In dieser Gegend (s. anliegende Skizze) liegt einige Kilometer von der Stadt entfernt, die Quarantänestation, welche mittels Pinasse auf dem Donauarm leicht erreichbar ist. Sie enthält zwei große, mittels Zaun und Militärkordon abgesperrte Plätze, den Lagerplatz mit den Unterkunfthäusern und das Barackenlager (Fig. 12).

Auf dem ersteren sind Zelte aufgeschlagen, die für den Tagesaufenthalt dienen (Fig. 10); daneben konnten sich die Quaran-

tänierten auf dem Lagerplatz und in den Anpflanzungen bewegen, während sie die Nacht in den in den Anpflanzungen errichteten Holzhäusern verbrachten (Fig. 13).

In einiger Entfernung davon liegen die Barackenbauten, fünf zum Teil untereinander verbundene Häuschen, welche 60, im Notfalle 120 Kranke aufnehmen können (Fig. 14).

Die Station enthält außerdem noch einen Lagerplatz für Gegenstände, welche desinfiziert werden müssen, ein Desinfektionsgebäude und ein Haus für die wachehaltenden Soldaten.

Während des Krieges wurden die Einrichtungen dringend benötigt, weil muhammedanische Flüchtlinge aus Bulgarien, die in Rumänien Schutz suchten, in größerer Zahl übers Meer in Sulina anlangten. Es sollen viele Hunderte der Quarantäne unterworfen worden sein, die zum Teil als cholerakrank, zum Teil als verdächtig erkannt worden sind. Zur Zeit meines dortigen Aufenthaltes enthielt die Station 160 Personen, Männer und Frauen.

Die Untersuchungen wurden im bakteriologischen Laboratorium in Sulina ausgeführt und jede Person in Zwischenräumen, im ganzen dreimal, untersucht. Fand sich der Stuhl frei von Choleravibrionen, so konnten die Internierten entlassen werden und bekamen Wohnsitz im Lande angewiesen.

Über die Frage der Choleraträger gingen die Meinungen rumänischer Fachmänner ziemlich auseinander. Einesteils wurde angenommen, daß die Cholerakranken resp. Cholerarekonvaleszenten recht lange, jedenfalls bis zu drei bis vier Wochen nach Ablauf der Krankheit virulente Choleravibrionen noch mit sich herumtrügen, andernteils sollte die Regel die sein, daß schon nach ganz wenigen Tagen die Vibrionen verschwunden seien.

Prof. Babes, welcher über diese Fragen spezielle Studien anstellte, teilt in einem unterdessen in der Zeitschrift für Hygiene 1914, Bd. 77, Heft 3, erschienenen Bericht mit, daß in 95% der Fälle die Bazillenträger nach Verlauf von fünf Tagen keine Vibrionen mehr im Stuhle hätten, die meisten Personen aber von ihnen schon nach 2 bis 4 Tagen befreit seien. Daher sei eine zweimalige

Untersuchung auf Vibrionen am dritten und sechsten Tage vollauf genügend.

Nach seiner Meinung kommen allerdings auch Ausnahmen vor, und zwar bei vernachlässigten Individuen, Kriegsgefangenen, Geflohenen usw.

Die prophylaktische Maßnahme, die muhammedanischen Flüchtlinge in Sulina lieber etwas länger in Quarantäne zu halten und dreimal zu untersuchen, war daher den Verhältnissen entsprechend durchaus richtig.

In ähnlicher Weise wie in Sulina hatte die Gesundheitsbehörde auch in Galatz Anordnungen getroffen, um die Cholera wirksam zu bekämpfen. Galatz ist eine Stadt von ca. 75000 Einwohnern, malerisch an der Biegung der Donau gelegen, wo letztere im rechten Winkel nach Osten dem Schwarzen Meere zueilt. Die Stadt verfügt über große Krankenhäuser und alle sanitären Einrichtungen, die sie für die Kontrolle und Aufrechterhaltung des Gesundheitszustandes für die äußerst beträchtliche Donauschifffahrt benötigt. Gefahrbringend konnten der Stadt und Umgebung die zahlreichen bulgarischen Flüchtlinge werden, welche per Schlepper die Donau herunterkamen und dem Lande überwiesen werden sollten. Aus diesem Grunde wurden sie in dem großen neuen Infektionskrankenhause, das zum Choleraspital umgewandelt worden war, interniert und daselbst — ähnlich wie in Sulina — so lange beobachtet, bis bei dreimaliger Untersuchung Choleravibrionen überhaupt nicht oder nicht mehr gefunden wurden (Fig. 15). Cholerakranke blieben hier bis zur vollen Genesung. Besteingerichtete Laboratorien für bakteriologische und serologische Zwecke standen zur Verfügung. Schutzimpfungen fanden in der Zivilbevölkerung in großem Maßstab statt.

Von anderen sanitären Einrichtungen mögen erwähnt sein die vorzüglichen Einrichtungen der Hafen- und der Flußkontrolle, die Schiffsdesinfektionseinrichtungen nach dem Claytonsystem und die ausgezeichnete Anlage der Trinkwasserversorgung.

Galatz hat mit Sulina das gleiche Geschick, Donauwasser trinken zu müssen, ein Zustand, der dort das Ideal vertreten muß, wo man nicht so glücklich ist, Grundwasser verwenden zu können. Besonders wäre letzteres dem in den Meeresniederungen gelegenen Sulina ganz unmöglich.

Ich habe — wofür ich dem Vorsitzenden der Sanitätsbehörde in Sulina, Herrn Dr. Petrescu, und dem Herrn Bezirksarzt in Galatz, Dr. Starescu, sehr verbunden bin — Gelegenheit gehabt, beide Wasserwerke gründlichst in Augenschein zu nehmen und mich von dem Funktionieren durch Einsichtnahme der bakteriologischen und chemischen Untersuchungsresultate zu überzeugen. Sie arbeiteten tadellos.

In Sulina setzt das aus der Donau angepumpte Wasser 48 Stunden in vier großen Bassins ab, wird dann durch eine 1,40 m hohe Donausandschicht, die auf mit Zementkittung versehenen Donaukieselplatten ruht, filtriert und endlich durch einen Ozonisierungsapparat geführt. Das Wasser sieht äußerst klar und durchsichtig aus, schmeckt rein, aber eine Spur fade, da der Gehalt an Kohlensäure fehlt. Man versucht dadurch, daß das aus dem Ozonisator hervortretende Wasser in einem Turm durch die Luft hindurch herunterfallen muß, wieder Kohlensäure zuzuführen. Die bakteriologischen Resultate sind sehr befriedigend.

In Galatz wird das Wasser aus der Donau mittels eines Paternosterwerkes geschöpft und gelangt nach Abgabe der Hauptmenge der sedimentierenden Stoffe in einen Kessel, in welchem das Wasser mit Eisenalaun gemischt wird. Von hier läuft es in drei Absatzbecken, in denen es je 24 Stunden stehen bleibt, um dann in Jewellfilter übergeführt zu werden. Nach dieser Filtration passiert es in einem geschlossenen Raume noch ein 1,4 m dickes Donausandfilter und läuft unter eignem Drucke in großen Röhren in das städtische Netz.

Im ganzen ähnelt die letztere Anlage der Jewellfilteranlage in Alexandrien, wo das schmutzige Nilwasser, und in Archangelsk, wo das noch trübere Dwinawasser in gleicher Weise gereinigt wird.

Die Schutzimpfungen in der Armee und bei Zivilpersonen.

Bei allen Choleraepidemien, die in die bakteriologische Ära fielen, hat die persönliche Prophylaxe stets eine wichtige Rolle gespielt. Sie erstreckt sich im wesentlichen darauf, den Kontakt mit Choleravibrionen zu vermeiden, als auch sich gegen die Organismen selbst mittels Schutzimpfung zu verteidigen.

Sicher ist, daß man in Cholerazeiten und beim Umgang mit Cholerakranken durch große Vorsicht, Vertrautsein mit der Gefahr, peinlichste Sauberkeit und mit umsichtiger Umgehung gefahrdrohender Verhältnisse von der Cholera verschont bleiben kann. Ebenso sicher ist es aber auch, daß die Mehrzahl der Menschen in solch bedrängter Zeit dieser persönlichen Prophylaxe zu wenig Verständnis entgegenbringt und sich über kurz oder lang infiziert. Hier kann die Schutzimpfung vermittelnd resp. rettend eintreten, und zwar trifft dies ganz besonders in Kriegszeiten beim Militär und auch bei der Zivilbevölkerung zu.

Es muß anerkannt werden, daß, obgleich die bisherigen, in größerem Maßstabe bei Epidemien in Indien und Japan gemachten Erfahrungen keineswegs sehr ermutigend gewesen sind, die rumänische Gesundheitsbehörde doch wieder zu dieser Waffe griff. Natürlich blieb nicht aus, daß von mancher Seite dem Verfahren Mißtrauen entgegengebracht wurde, es waren auch manche Mißerfolge zu verzeichnen, und doch ist das Fazit ein ausreichend befriedigendes, ja sogar in vielen Fällen ein vorzügliches gewesen.

Es mögen nach einer ungefähren Schätzung etwa 200000 Soldaten und etwa 100000 Zivilpersonen vakziniert worden sein, eine stattliche Anzahl, die einen Rückschluß auf die Wertigkeit des Mittels unbedingt zuläßt.

Die Impfung des Militärs begann bereits am 23. Juli, also ganz kurze Zeit nach dem Ausbruch der Cholera beim rumänischen Heer in Bulgarien. Bald darauf wurde sie auch in der Zivilbevölkerung fortgesetzt; anfangs dort, wo sie zwangsweise ausgeführt wurde, nicht ohne Mißbehagen, später jedoch, im Vertrauen auf den Schutz und zum Teil auch unter dem Druck der Choleragefahr, ohne Murren.

Man hatte sogar die Genugtuung, daß die gebildete Klasse unaufgefordert um die Vakzination bat, und täglich füllte sich zu einer gewissen Stunde die Ambulanz des bakteriologisch-serologischen Institutes zu Bukarest mit männlichen und weiblichen Personen, um Impfungen vornehmen zu lassen.

Auch die Landbevölkerung paßte sich willig der neuen Verordnung an, und es bildet noch eine schöne Erinnerung für mich, dabei gewesen zu sein, wie ganze Dörfer durchgeimpft wurden.

Es war auf einer Inspektionsfahrt des Subdirektors des Gesundheitswesens, wo wir der Prozedur in Suchaia und Viisoara an einem Sonntag beiwohnten. Das ganze Dorf war auf den Beinen, in der höchst malerischen und anmutigen Sonntagskleidung kamen Mädchen und Frauen, Jünglinge und Männer herbei, versammelten sich auf der Landstraße vor dem einfachen Holzhause des Ortsvorstehers, um ihrer Pflicht Genüge zu leisten. Die Stimmung war eine durchaus zuversichtliche, wiewohl in nächster Nähe das zum Choleraspital umgewandelte Schulhaus mit dem Tode ringende Kranke barg (Fig. 16, 17, 18).

In Bukarest impfte man subkutan über dem Pektoralis, zuerst auf der linken, das zweite Mal auf der rechten Brustseite. Hier draußen auf dem Lande wurde die Impfung auf den Armen vorgenommen. In Ermangelung einer einwandfreien Vorbehandlung mittels Wasser, Seife, Alkohol und Bürste, die bei der Masse von Impflingen, der kurzen Zeit und dem gegebenen Milieu nicht durchführbar war, wurde das „Operationsfeld" mit Jodtinktur gepinselt und die subkutane Vakzination nach dem Eintrocknen der Lösung sofort ausgeführt, zuerst auf dem linken, später auf dem rechten Arme.

Zwischen beiden Impfungen lag ein Zwischenraum von acht Tagen. Ich habe nichts davon beobachten können, daß eine etwa durch das abgekürzte aseptische Verfahren herbeigeführte Reizung oder Infektion vorgekommen wäre und den Eindruck gewonnen, daß die hier geübte Methodik allen Anforderungen, die man in solchen Fällen an sie stellen kann, entspricht.

Fig. 1. Cholerabaracken im Militärquarantänelager zu Cimnicea. (Zelte der Vibrionenträger.)

Fig. 2. Felddesinfektionsapparate im Militärquarantänelager zu Cimnicea. Im Hintergrunde der Verbrennungsplatz.

Fig. 3. Feldbäckerei und Feldküche im Militärquarantänelager zu Cimnicea. Im Vordergrunde Trinkwasserleitung.

Fig. 4. Zeltlager der Bewachungsmannschaften im Militärquarantänelager zu Cimnicea.

Fig. 5. Schule in Suchaia als Choleraspital eingerichtet.

Fig. 6. Cholerarekonvaleszenten (Militär- und Zivilpersonen) im Barackenlager in Turnu-Magurele.

Druck und Verlag von R. Oldenbourg in München und Berlin.

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Fig. 7. Cholerarekonvaleszenten (Frauen und Kinder) im Barackenlager in Turnu-Magurele.

Fig. 8. Cholerasärge und Choleraleichenwagen im Choleraspital in Turnu-Magurele.

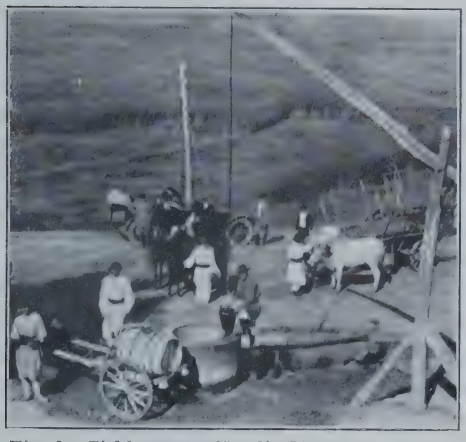


Fig. 9. Ziehbrunnen für die Wasserversorgung auf dem Lande. Im Hintergrunde Maisfelder.

Fig. 10. Mohammedanische Flüchtlinge aus Bulgarien im Quarantänelager in Sulina am Schwarzen Meer. Zelt als Tagesraum.

Fig. 11. Landschaft am Donaudelta zwischen Tulcea und Sulina. Im Vordergrunde die Donau.

Fig. 12. Quarantänelager für mohammedanische Flüchtlinge aus Bulgarien in Sulina am Schwarzen Meere. Seitlicher Eingang. Im Hintergrund Zelte.

Druck und Verlag von R. Oldenbourg in München und Berlin.

Fig. 13. Unterkunftshäuser für die Familien von muhammedanischen Flüchtlingen aus Bulgarien im Quarantänelager in Sulina. Zäune u. Häuser sind mit Kalk bestrichen.

Fig. 14. Muhammedanische Cholerarekonvaleszenten vor den Baracken des Quarantänelagers in Sulina.

Fig. 15. Infektionskrankenhaus in Galatz a. d. Donau, das zum Choleraspital eingerichtet wurde.

Fig. 16. Versammlung der Männer von Viisoara zur Vakzination gegen Cholera.

Fig. 17. Choleraimpfung in Viisoara vor dem Hause des Ortsvorstehers.

Fig. 18. Choleraimpfung in Viisoara vor dem Hause des Ortsvorstehers.

Druck und Verlag von R. Oldenbourg in München und Berlin.

Die Reaktion durch die Impfung selbst trat nicht gleichmäßig auf. Man sah auch hier deutlich, daß die Resistenz der Personen, resp. ihre Empfänglichkeit, eine durchaus verschiedene ist.

Da ich nicht versäumt habe, mich selbst sofort bei Beginn meiner Tätigkeit mit Vakzin zu immunisieren, resp. immunisieren zu lassen, so vermag ich wenigstens für meine Person über den Verlauf des Eingriffes objektiv zu urteilen.

Die erste Impfung wurde subkutan über dem rechten Pektoralis unterhalb der Klavikula ausgeführt. Abgesehen von einem geringen Brennen kurz nach der Injektion, verliefen die ersten sechs Stunden reaktionslos. Dann trat an der Injektionsstelle eine merkliche, schmerzhafte, ödematöse, gerötete Schwellung auf, die innerhalb weiterer drei Stunden handtellergroß wurde. Nach etwa 16 Stunden überfiel mich eine gewisse Abgeschlagenheit, wie wenn man ungewohnterweise viel physische Arbeit geleistet hätte, eine Mattigkeit in den Gliedern, wie bei einem Influenzaanfall. Das Allgemeinbefinden zeigte sich sonst nicht gestört, der Appetit war nicht verändert. Ich konnte meiner Beschäftigung vollkommen nachgehen; am dritten Tage waren alle Erscheinungen verschwunden. —

Bei der zweiten Injektion nach sechs Tagen, bei welcher die doppelte Menge Impfstoff auf der linken Brustseite eingespritzt wurde, traten die Erscheinungen in etwas erhöhtem Maße auf. Die Schwellung nahm größere Dimensionen ein und war schmerzhafter, der Schlaf unruhiger, ich fühlte mich wie zerschlagen und konnte den linken Arm nur mit Mühe heben. Fieber, Kopfschmerz fehlten oder kamen jedenfalls nicht auffällig zum Bewußtsein. Der Zustand hielt aber nicht länger an als bei der ersten Impfung. Ich konnte meine Arbeit anstandslos erledigen.

Es mag diese Schilderung, soweit es ein Vergleich bei anderen Geimpften zuläßt, der Regel entsprechen, doch gab es auch Personen, bei denen die zweite Impfung noch geringere Symptome hervorrief als die erste.

Anderseits kamen auch Fälle vor mit mehr oder weniger starkem Fieber und sehr intensiven Reaktionserscheinungen, die sich in Übelkeit, Erbrechen und Diarrhoen äußerten, so daß die

Patienten den Eindruck wirklicher Kranker machten. Nichtsdestoweniger gingen diese kräftigen Erscheinungen in kurzer Zeit wieder zurück. Irgendwelche Residuen blieben auch bei ihnen nicht bestehen.

Prof. Babes sieht in diesen Reizerscheinungen — abgesehen von dem Einfluß der Empfänglichkeit der Person — die Wirkung der einzelnen zum Zwecke der Immunisierung verwendeten Cholerastämme, die sich allerdings ganz verschieden verhalten. Es kommt daher, um die Reizerscheinungen auszuschalten, nicht so sehr darauf an, daß man die erstmalige Dosis sehr niedrig wählt, als vielmehr, daß stark zu Reizungen neigende Stämme ausgeschaltet werden. Es ist dann möglich, relativ größere Mengen Impfstoff auf einmal einzuverleiben und die Impfungen von drei auf zwei zu ermäßigen.

So wurden denn auch, nachdem diese Tatsachen festgestellt waren, sämtliche Impfungen, die von seiner Seite aus im Institut und außerhalb desselben an der Zivilbevölkerung vorgenommen wurden, in der Weise ausgeführt, daß man bei der ersten Vakzination 1½ bis 2 ccm Impfstoff = 3 bis 4 mg Cholerakultur und bei der zweiten Impfung, sechs Tage später liegenden, 2½ bis 4 ccm Impfstoff = 5 bis 8 mg Cholerakultur einverleibte.

Von anderer Seite, und zwar von Prof. Cantacucino, dem als Leiter der Vakzinebereitung für die Armee die Impfungen des Militärs oblagen, wurden in Zwischenpausen von je 7 bis 8 Tagen drei Injektionen vorgenommen, wobei die Einzeldosis niedriger, die Gesamtdosis ebenfalls die vorgenannte Höhe erreichte. Er verwandte einen „polyvalenten" Impfstoff.

Die Resultate dieser letzteren Vaccinationsmethode sind mir ebenfalls als günstig geschildert worden, bisher liegen aber seine wissenschaftlichen Ergebnisse darüber noch nicht vor, — wenigstens sind sie mir noch nicht zu Gesicht gekommen.

Babes berichtet in seiner obengenannten Darlegung, daß die ersten Impfungen beim Militär, wohl wegen einer zu geringen einverleibten Dosis, nicht ganz den Erwartungen entsprochen haben und führt auch eine Reihe Beispiele dafür an, auf die ich hier verweise.

Anderseits macht er darauf aufmerksam, daß eine einmalige Impfung nicht zur genügenden Immunisierung ausreiche und definitiv vor der Choleraerkrankung schütze, selbst wenn Mengen von 4 mg und noch mehr verabreicht würden.

So sah man z. B. in Teleorman nach einmaliger Impfung von 4529 Geimpften noch 16 erkranken und 6 davon sterben; weiterhin starben in Nanov von 825 Personen, welche bei einmaliger Applikation 4 mg Cholerakultur bekommen hatten, noch 3.

Es ist zwar richtig, daß eine Infektion bei solchen Leuten, die schon einmal mit größeren Mengen geimpft wurden, gewöhnlich weniger bedenklich war, auch unter Umständen schneller verlief, immerhin beweisen die wenigen Beispiele, daß auch Todesfälle eintreten können, besonders wenn die Übertragung spät nach der Impfung zustande kommt.

Demgegenüber sind die Ergebnisse viel günstiger, wenn eine zweimalige Impfung stattgefunden hat. Es gibt zwar auch hier Beispiele von späteren Infektionen, die sich beim Militär ereigneten, doch dürfte der Grund wohl nur in der zu geringen einverleibten Menge Vakzin zu suchen sein.

Im großen und ganzen hat sich, wie Babes durch eine große Zahl überzeugender Beispiele darlegt, die zweimalige Impfung mit genügenden Mengen Impfstoff so bewährt, daß keine Zweifel über den Wert der Choleraschutzimpfung mehr bestehen können.

Es handelte sich überall um gefährdete Bezirke und Ortschaften, in denen Zivilbevölkerung zwangsweise geimpft wurde.

So erkrankten im Bezirke Teleorman unter 1600 Geimpften nur eine Person, in Stefanesti, einem Zigeunerdorf, unter 2000 Einwohnern nach der zweiten Impfung ebenfalls nur einer; im Bezirk Olt unter 28000 Einwohnern, die zweimal vakziniert waren, nur eine schwächliche Greisin, in Slobozia unter 4800 Geimpften niemand, ebenso niemand in sieben Ortschaften des Bezirkes Teleorman, wo 2000 Personen wegen größter Choleragefahr zweimal geimpft waren.

Beweisend für die ausgezeichnete Schutzwirkung der Impfung ist auch folgender bezeichnender Fall: in einer Familie ist der Vater

und die Mutter und ein Kind nicht geimpft; zwei erwachsene Söhne und ein anderes Kind sind zweimal geimpft. Der Vater, die Mutter und das nicht vakzinierte Kind erkranken und sterben an Cholera, die Geimpften bleiben gesund.

Weiterhin wurde mir authentisch folgendes mitgeteilt: in einem Regiment befanden sich 200 Soldaten, welche darauf bestanden, geimpft zu werden. Die Vakzination wurde an ihnen ausgeführt, der übrige Teil der Truppe blieb ungeimpft. Das Regiment rückte später in Bulgarien in eine choleraverseuchte Gegend ein. Die 200 Geimpften blieben von der Cholera verschont, von den übrigen erkrankten 250 Mann.

Es mögen im ganzen etwa 50000 Zivilpersonen zweimal geimpft worden sein, von denen nur ganz vereinzelte erkrankten.

Die Vakzination erstreckte sich bei Staatsbetrieben auf sämtliche Insassen. So wurden in Bukarest die Arbeiter der staatlichen Zündholzfabrik und die der staatlichen Tabakfabrik Belvedere ausnahmslos geimpft.

Es dürfte auch einzig dastehen, daß derartige Massenimpfungen beim Militär vollzogen worden sind, ein Beispiel, wie es für ähnliche Fälle vorbildlich sein kann.

Selbst die internierten Gefängnisinsassen, denen gewiß keine Berührung mit Cholerakranken nachgesagt werden konnte, mußten sich der Impfung unterziehen. In Vacaresti wurden allein 600 vakziniert; in den übrigen Gefängnissen des Landes folgte man diesem Vorgange.

Vorbeugende Sicherheitsmaßregeln mittels Schutzimpfung nahm man auch dort vor, wo, wie in Häfen, ganze Arbeiterklassen gefährdet sein konnten. So lief in Braila im September ein Dampfer ein, auf welchem fünf Mann unter Cholerasymptomen erkrankt waren. Die Verdächtigen wurden isoliert, das Schiff desinfiziert und die ganze Mannschaft nebst den beim Löschen des Schiffes beschäftigten Arbeitern vakziniert. Auch die Trimmer und Kohlenzieher des Hafens, meist Armenier und Türken, mußten sich der Schutzimpfung unterziehen.

Auf eine eigentümliche Erscheinung mag hier hingewiesen sein. Untersucht man, an welchem Tage die Krankheit zum Ausbruch kam bei solchen, welche prophylaktisch ein- oder auch zweimal geimpft worden waren, so fällt auf, daß die ersten Zeichen sich meist in den ersten Tagen nach der ersten resp. zweiten Impfung einstellten. Diese Beobachtung wurde an vielen Orten, sowohl bei den Militär- als auch bei den Zivilpersonen, gemacht. Meist sah dieser erste Anfall bedrohlich aus, er ging jedoch nach wenigen Tagen vorüber und zeigte keine Tendenz zum Fortschreiten. Nur bei den einmal Geimpften kam es gelegentlich vor, daß dann nach etwa 10 bis 14 Tagen bei neuerlicher Infektion die Cholera wirklich lebhaft zum Vorschein kam.

Babes sah hierin eine „geringe Schwächung der Resistenz" der Geimpften, die infolge der Vakzination hervorgerufen wurde.

Praktisch läge die Sache also so, daß eine Injektion von Choleravakzin, selbst wenn eine genügend hohe Dosis verabreicht worden ist, den Ausbruch der Krankheit nicht verhüten kann. Nach der folgenden 8 bis 10 tägigen Periode der erhöhten Resistenz könnte bei einmal Geimpften die Cholera noch Boden fassen, dagegen würden die zweimal mit genügenden Mengen Vakzinierten nicht mehr oder nur äußerst selten noch der Cholera anheimfallen: sie wären dann vollständig immun.

Ist die Cholera bei einer Person, die vorher nicht geimpft war, ausgebrochen, so scheinen nach den mir bekannt gewordenen Beobachtungen auch bei steigenden Vakzindosen die Erfolge kaum bedeutend zu sein. Es kann eine Besserung eintreten, ob auch die Mortalität sinkt, möchte ich dahingestellt sein lassen.

Es war nun gewiß höchst interessant, objektiv zu beobachten, wie lange Schutzstoffe gegen Cholera im Blut der Menschen kreisen. Ich habe daher mit meinem Blutserum Agglutinationsreaktionen angestellt, die folgende Resultate ergaben:

Zur Verfügung standen mir drei damals im Institut des Herrn Prof. Babes isolierte Stämme, welche er mir freundlichst überließ, und zwar Stamm Chatilor, Stamm Targovisti und Stamm Stefanesti. Die drei Stämme verhielten sich nicht gleich; während mein Serum den Stamm Chatilor stets sehr stark agglutinierte,

war dies bei den beiden andern Stämmen nicht der Fall. Bemerkenswert ist jedenfalls, daß die Agglutination genau nach einem Jahr beim Stamm Chatilor in einer Verdünnung von 1 : 500 noch positiv ausfiel. Bei 1 : 100 war sie noch sehr stark. Etwa vier Monate vorher agglutinierte das Serum bei 1 : 800.

Der Stamm Targovisti gab eine positive Reaktion nach einem Jahr noch bei 1 : 50, der Stamm Stefanesti noch bei 1 : 100.

Ob der Stamm Chatilor zu meiner Vakzination gedient hat, ließ sich nicht mehr nachweisen, die Möglichkeit besteht aber wegen der hohen Spezifität. Ein polyvalentes Serum war nicht benutzt worden.

Die Diagnose der Cholera und die Bereitung des Impfstoffes.

Der Gang der Choleradiagnose ist bekannt. Es handelt sich immer darum, aus Präparat, Kultur, Agglutination und Pfeifferschem Versuch den Erreger zu erkennen. Bei Zeit, Musse und geeigneten Laboratoriumseinrichtungen können alle Hilfsmöglichkeiten herangezogen werden, um zur sichern Erkenntnis zu gelangen. Nicht so im Kriege, wenn die Cholera überraschend schnell hereinbricht! Dann versagen sonst gute Methoden, weil sie zu umständlich, zeitraubend und kostspielig sind.

Es wird in solchen Fällen vor allem darauf ankommen, daß der Sachverständige der Situation gewachsen ist und in ruhiger Erwägung den Gang der Untersuchung wählt, der ihm nach Lage der Sache am gangbarsten erscheint. Eine peinliche Innehaltung von im Frieden und ruhigen Zeiten ausgearbeiteten Vorschriften, an die er sich sonst unweigerlich halten würde, könnte ihm bei einer Massenbehandlung von Hunderten von Fällen pro Tag geradezu verhängnisvoll werden, weil er viel zu viel Zeit dabei verlieren und viel zu spät zu einer endgültigen Diagnose kommen würde. Hier heißt es schnell handeln! Man muß dann zwar notgedrungen damit rechnen, daß einmal eine Diagnose nur unsicher gestellt wird, doch spielt das, wenn Tausende von Fällen in kurzer Zeit sich ereignen, praktisch gar keine Rolle.

Sehr wichtig und unbedingt notwendig erscheint im Kriege die Bereitstellung eines mit den notwendigen Hilfsmitteln ausgestattetes bakteriologisches Feldlaboratorium, welches in verdächtigen Gegenden stets zur Hand sein muß.

Bei dem mächtigen, allerdings von der Kriegstaktik vorgeschriebenen, oben erwähnten eiligen Vormarsches der rumänischen Truppen nach Bulgarien, hätte man dieser Einrichtung in den verseuchten Gegenden dringend bedurft. Erst später konnte in gut eingerichteten Untersuchungsplätzen und Laboratorien helfend eingegriffen werden. Schließlich fanden sie sich aber in allen verseuchten Orten, wo ein weiteres Vordringen der Cholera zu erwarten war.

In Bukarest standen die großen Laboratorien von Cantacucino und Babes zur Verfügung, in denen auch gleichzeitig Choleravakzin bereitet wurde. Ich darf nicht vergessen, den beiden Herren für die Gastfreundschaft in ihren Instituten aufrichtigst zu danken, besonders auch Herrn Prof. Babes, in dessen Räumen ich auch diesmal wieder, wie schon früher, reiche Gelegenheit fand, mich praktisch mit den einschlägigen Fragen zu beschäftigen.

Es liefen hier täglich Hunderte von Cholerastühlen ein, die Zahl erreichte zu bestimmten Zeiten sogar 1000. Alle vorhandenen Kräfte waren aufs äußerste angespannt, um all den an sie gestellten Anforderungen zu entsprechen.

Zur Sicherung gegen eine Infektion, die bei dem Massenbetrieb nicht ausgeschlossen war, wurden alle Mitarbeiter vakziniert. Bei der Diagnose wurde so verfahren, daß beim Einlauf von Stuhlmaterial das mikroskopische Präparat voranging. Der Stuhl selbst war durchaus nicht immer typisch; flüssiges, halbfestes und festes Material wechselten; auch bei typischen sicheren Cholerafällen lagen nicht immer „Reiswasserstühle“ vor. Auch der Bazillenbefund unterlag großen Schwankungen. Es waren bald mehr bald weniger, und ich erinnere mich eines Falles aus Turnu Magurele, wo nach einer von Prof. Cantacucino ausgeführten Sektion einer Choleraleiche im Stuhl absolut nichts von Vibrionen gefunden wurde.

Die Form der Vibrionen ist in vielen Fällen nichts weniger als choleraähnlich. An Stelle von gekrümmten dünnen Stäbchen fanden sich mehrfach gestreckte oder dicke, plumpe Kurzstäbchen, die eher an Bact. pneumoniae Friedländer oder dgl. erinnerten. Hier würde der mikroskopische Befund allein entschieden zu Fehlschlüssen haben führen müssen. Bei großem Andrange von Proben, die sonst nicht hätten bewältigt werden können, wurde sogar auf das mikroskopische Präparat zunächst verzichtet und erst später zur Kontrolle noch angefertigt. Man darf aber nicht in den entgegengesetzten Fehler verfallen und die Cholera nur aus dem Ausstrichpräparat diagnostizieren wollen. Des weiteren verfuhr man, wie es auch in der deutschen amtlichen Ausgabe der Anweisung zur Bekämpfung der Cholera niedergelegt ist, so, daß Peptonwasser mit einer Öse des eingesandten Stuhles infiziert wurde. Die Anreicherung vollzieht sich sehr rasch.

Ohne aber nun aus diesem Material Gelatine- und Agarplatten anzulegen, wurden nach vierstündiger Anreicherung direkt Agarröhrchen besät und sechs Stunden im Brutschrank stehen gelassen. Führt man diese Aussaat mit einer Öse angereichertem Peptonwasser geschickt aus, und zwar in Agarröhrchen von unten nach oben, so entwickeln sich im untern Teil mehr, im obern Teil weniger Kolonien, wobei sich die Cholerakolonien durch ihre sehr durchscheinende bläuliche Beschaffenheit von Koli und andern mitentwickelten Kolonien leicht unterscheiden lassen. Im Brutschrank die Kulturen länger als sechs Stunden verweilen zu lassen, ist unzweckmäßig.

Bei diesen verdächtigen Kolonien überzeugt man sich im mikroskopischen Präparat, ob Vibrionen vorliegen und schließt hieran sofort die Agglutination an.

Wichtig ist nun, daß diese mit einem möglichst hochwertigen Serum ausgeführt wird. Dem Institut stand solches mit einem Titer 1 : 30000 zur Verfügung. War Cholera wirklich vorhanden, so hatte man die Genugtuung, daß bereits nach wenigen Minuten eine Agglutination eintrat. Es war nicht einmal nötig, die Röhrchen in den Brutschrank zu stellen. In den allermeisten

Fällen wurde die makroskopische Methode der mikroskopischen vorgezogen.

Nicht spezifische oder Pseudoagglutinationen ließen sich durch Anwendung dieses hochwertigen Serums fast ausnahmslos ausschließen.

Die Erfolge waren in den Tausenden von Untersuchungen so zufriedenstellend und fehlerfrei, daß andere Wege nicht mehr beschritten zu werden brauchten. Es wurde daher auch von der Anlage der Gelatine- und Agarplatten, Kartoffelkulturen, von der Benutzung der Dieudonnéschen Nährböden und vom Pfeifferschen Versuch abgesehen.

Wie mir mitgeteilt wurde, hatte man sich zuerst an andern Untersuchungsstellen damit begnügt, das eingesandte Material nur in Peptonwasser 6 bis 24 Stunden anzureichern und das ev. entstandene Häutchen zu mikroskopieren. Es ist aber eine alte Erfahrung, daß Häutchenbildung ebenfalls häufig auftritt, wenn sich andere sauerstoffliebende Bakterien nebenbei mit anreichern. Da letztere die Cholera vielfach überwuchern oder doch wenigstens sehr störend wirken, so kann das mikroskopische Präparat allein keinen genügend sichern Aufschluß geben und zu einer Verneinung der Choleravibrionen führen, wo sie doch wirklich vorhanden sind.

Je mehr die Zahl der Cholerafälle zunahm, desto intensiver wurde die Nachfrage nach einer Schutzimpfung. Es war zwar schon bei Beginn der ersten Ausbrüche der Cholera sofort mit der Herstellung von Vakzin begonnen worden, doch hatte man mit den nunmehr notwendigen gewaltigen Mengen nicht gerechnet. Daher wurde jetzt an mehreren Stellen Impfstoff bereitet, vornehmlich aber in den beiden oben genannten Instituten.

Von Prof. Cantacucino war ein größerer Wert auf ein polyvalentes, von Prof. Babes auf ein sog. selektioniertes Vakzin gelegt worden.

Letzterer wies darauf hin, daß unter den verschiedenen Cholerastämmen einzelne, ohne stärkere Reizerscheinungen auszulösen, reichlich und schnell Antikörper bildeten, und diese,

durch das Tierexperiment ausgesuchten, „selektionierten" Stämme glaubte er für Schutzimpfungszwecke bevorzugen zu müssen. Da diese Stämme aber erst gegen Ende der Epidemie zur Verwendung kamen, so konnte die Wirkung derselben nicht in dem Maße geprüft werden, wie es im Interesse der Sache wünschenswert gewesen wäre.

Jedenfalls dienten zur Bereitung in beiden Instituten Stämme, die Reizwirkungen vermissen ließen.

Wie groß die Nachfrage nach Vakzin war, geht daraus hervor, daß dort wie hier täglich 30—40000 Dosen hergestellt wurden und im ganzen etwa 500000 Dosen abgeliefert worden sein mögen.

Eine solche Masse Impfstoff anzufertigen, stellte an diese Institute die allergrößten Anforderungen, und es bleibt die Leistung zu bewundern, zumal sich das Ganze auf eine relativ kurze Zeit erstreckte und gleichzeitig die Cholerastuhluntersuchungen nebenher gingen.

Im Prinzip ist die Herstellung des Vakzins sehr einfach: Es werden Cholerakulturen angelegt, die man 20 bis 24 Stunden bei 36° sich entwickeln läßt. Der Belag wird mit physiologischer Kochsalzlösung abgespült und die Mischung zwei Stunden lang bei 58° erhitzt.

Da es praktische Schwierigkeiten machte und zu verlustreich und zeitraubend war, den Belag von Tausenden von Agarröhrchen zu gewinnen, so wurden auf Veranlassung von Babes Agar-Rollkulturen, zuerst in allerlei größeren, zum Teil Literflaschen, später in Fünfliterflaschen angelegt.

Man füllte in die vorher sterilisierten Gefäße so viel 3 proz., schwach alkalisierten Agar, dem 1% Gelatine zugesetzt war, daß beim Rollen die gesamte Innenfläche mit einer Schicht des Nährbodens überdeckt wurde. Die Infektion geschah darauf durch Eingießen von 24 stündiger Bouillonkultur und Verteilen über die Oberfläche. Der innerhalb 22 Stunden entstandene dünne Cholerabelag wurde unter Zugabe von physiologischer Kochsalzlösung abgeschüttelt und die Menge so gewählt, daß eine bestimmte, mit einer Testmenge vergleichbarer und übereinstimmender Trübungsgrad erreicht wurde. Es entsprach dann 1 ccm dieser Auf-

schwemmung 2 mg Cholerakultur. Aus dem Kulturbelag einer Literflasche konnten ca. 300 ccm Vakzine erzielt werden.

Der Inhalt vieler solcher Flaschen wurde endlich in einen großen 3 bis 5 Literkolben zusammengegossen und die ganze Menge erhitzt. Den fertigen Impfstoff versetzte man mit der üblichen Menge Karbolsäure zur Konservierung und füllte ihn alsdann zum Versand oder direkten Gebrauch in 30 oder 100 ccm Flaschen ab.

Sicherung der Grenzen gegen Cholera.

Trotzdem, daß Rumänien schon von Bulgarien aus mit Cholera überflutet wurde, so lag auch von andern Seiten die Gefahr eines weiteren Einbruchs vor, waren doch Griechenland, die Türkei, Serbien, Mazedonien, Montenegro und einige Gouvernements von Rußland verseucht. Zudem herrschte in den letzteren auch die Pest. Ebenso wurden vom Norden her aus Ungarn, Galizien, Bosnien und der Herzegowina Cholerafälle gemeldet. Von türkischen Kriegsgefangenen, die in Rusciuc lagen, drohte der Flecktyphus. Daher sah sich die Regierung veranlaßt, die Eintrittspforten in das Land nach Möglichkeit zu verschließen, und es blieb für Ungarn nur als freie Durchzugstelle übrig: Verciorova, Turnu-Severin, Predeal und Burdujeni; für Rußland Galatz, Sulina und Konstanza; für die Türkei, Bulgarien, Griechenland, Serbien und Montenegro nur die oben genannten drei Plätze, außerdem Cernavoda, Calarasi, Olteniza, Giurgiu, Turnu-Magurele, Corabia, Bechet, Turnu-Severin und Verciorova.

Die Einfuhr von Gemüsen und Früchten und frischen tierischen Lebensmitteln wurde verboten, alle Reisenden mußten sich einer ärztlichen Kontrolle und fünftägigen Quarantäne unterwerfen. Die aus den russischen Gouvernements blieben sogar zehn Tage unter ärztlicher Beobachtung. Emigranten, Vagabunden, Arbeiterhaufen traf das Los der Umkehr.

Diese notwendige Selbsthilfe war aber auch der Grund zu Gegenmaßregeln, die die umliegenden Länder, um von Rumänen

aus nicht noch schwerer in Mitleidenschaft gezogen zu werden, auf ihr Gebiet resp. ihre Grenzen nun ebenfalls durchführten.

Es trat sogar hier und da eine Verschärfung hinzu, die in der Beibringung eines ärztlichen Zeugnisses von seiten der rumänischen Behörde bestand, wie z. B. in Orsova an der ungarischen Grenze. Außerdem wurden in Ungarn die „Reisenden" mit Formalin und das Gepäck mit Dampf desinfiziert. Bei der Weiterreise verbrachte man die Fahrgäste in bestimmte Wagen, die sie bis zum Bestimmungsort nicht verlassen durften, desinfizierte die Personen von neuem und übergab sie dann nach Revision der Pässe und des Gesundheitszeugnisses dem Arzt zu einer fünftägigen Überwachung.

Da mich meine Reise nicht über Ungarn, sondern über die Türkei, Griechenland und Italien wieder nach Hause führte, so bin ich in Ungarn nicht davon Zeuge gewesen, daß das Gepäck desinfiziert wurde, auch nicht davon, daß der Reisende eine fünftägige Quarantäne durchmachen mußte, wohl aber sowohl in Orsova als auch in der rumänischen Grenzstation Verciorova davon, daß wir mit Formalin „desinfiziert", d. h. äußerlich abgespritzt wurden.

Ich habe mich oben schon darüber ausgesprochen, was von solcher Benetzung der Kleider zu halten ist, wenn man den Choleravibrionen im Darm beikommen will. Die Vorschriften und Verordnungen sind sehr gut gemeint und nehmen sich auf dem Papier ganz schön aus, wenn man aber Gelegenheit gehabt hat, an verschiedenen Stellen ihre praktische Handhabung zu sehen, so wird man über ihren Nutzen doch eines andern belehrt. Noch einige andere Beispiele mögen dies zeigen:

Bei der Ankunft in Konstantinopel von der Seeseite aus (Konstanza-Bosporus) war Quarantäne vorgeschrieben und Untersuchung durch den Hafenarzt. Die Quarantäne unterblieb. Vom Hafenarzt haben wir nichts gesehen; dagegen dauerte es nach dem Anlegen des Dampfers stundenlang, bis die visierten Pässe revidiert waren und wir das Land betreten durften. Ich möchte aber in diesem Falle die Vernachlässigung der Sanitätsvorschriften den eigenartigen Verhältnissen zugute rechnen, die damals in der Stadt herrschten. Es war gerade, als die letzten aufgeriebenen, in hilf-

losem Zustande befindlichen Truppen aus dem Bulgarenkriege zurückkehrten und in dem unglücklichen Lande an alles andere gedacht wurde, als an die Einhaltung papierner Verordnungen.

Griechenland hatte ebenfalls seine Choleraquarantäne: sie bestand darin, daß die Schiffe auf der Insel St. George, der alten bekannten Insel Salamis, anlegen mußten. Die Passagiere wurden ausgesetzt, 5 bis 10 Tage der Quarantäne unterworfen, ähnlich wie an der rumänischen und ungarischen Grenze mit verdünnter Karbolsäure äußerlich „desinfiziert" und das Reisegepäck der III. Klasse-Passagiere mit Dampf desinfiziert.

Unserm Dampfer, der doch auch aus Konstantinopel resp. aus Rumänien, also aus infizierten Ländern kam, blieb der unfreiwillige Aufenthalt auf Salamis erspart. Weder Desinfektion noch Besprengung erfolgte, und auch beim Aussteigen im Piräus fragte niemand nach unserer Gesundheit. Wir haben keinen Arzt gesehen.

Italien schützte sich gegen Choleraeinfuhr aus Griechenland durch „ärztliche Untersuchung" der Schiffspassagiere. Ob weitere Vorschriften außerdem zu erfüllen gewesen wären, habe ich nicht ermitteln können. Wir wurden in Brindisi auf dem Schiffe in Reih und Glied aufgestellt, der Hafenarzt erschien und stellte allen, die weiterreisen wollten, ein Gesundheitszeugnis aus. Nach der Revision der Pässe konnten wir an Land. Von einer Untersuchung habe ich nichts gemerkt, auch nichts von irgendwelcher Desinfektion beobachten können.

Als ich vor vier Jahren von einer Studienreise über Pest und Cholera aus Baku, Tiflis und Odessa über Galizien nach Hause zurückkehrte, war, wie uns in Rußland mitgeteilt wurde, an der russisch-polnischen Grenze in Podwoloczysk „sehr strenge" Quarantäne vorgeschrieben. Der Aufenthalt dauerte anderthalb Stunden. Die Passagiere mußten den Zug verlassen, durften sich vom Bahnhof aber nicht entfernen. Ärztliche Untersuchung fand nicht statt, dagegen wurde den Reisenden das frische Obst abgenommen und jeder mußte sich der gebrauchten Wäsche entledigen, welche desinfiziert werden sollte. Die Gegenstände kamen, teils lose, teils in Bündel zusammengebunden, in große Waschkörbe, welche über die Gleise hinweg in ein kleines Baracken-

häuschen gebracht wurden. Leider erhielt ich nicht die Erlaubnis, Zeuge der Desinfektion selbst zu sein. Nach etwa einer halben bis dreiviertel Stunden begrüßten wir die Körbe auf dem Bahnhof wieder; jeder suchte sich seine sieben Sachen heraus — aber, was mir sehr merkwürdig erschien —, die Sachen waren weder feucht noch warm.

In einer Atmosphäre im strömenden Dampf bei 100°, bei der die Wäsche zweckmäßig mindestens eine halbe Stunde hätte verweilen müssen, würde sie, da sie direkt nach der Prozedur wieder verteilt wurde, noch naß und heiß gewesen sein. Mit welch geistreicher Methodik diese „Dampfdesinfektion" mag vollbracht worden sein, ist mir bisher rätselhaft geblieben. Wenn ich auch nicht annehmen will, daß das fragliche Gut nur „ut aliquid fiat" in das Häuschen gebracht war, so konnte doch von einer wirksamen Vernichtung von Infektionskeimen keine Rede sein. Die »Quarantäne« war nun beendet, und wir zogen unbehelligt weiter.

Aus den angeführten Beispielen, die ich leicht noch vermehren könnte, liegt es nahe, den Schluß zu ziehen, daß, wenn gegebene Vorschriften in dieser oder ähnlicher Weise ausgeführt werden, sie von vornherein zwecklos sind, und in der Tat ist es auch in vielen Fällen so.

Daher sollte man nur Verordnungen erlassen, die wirklich dem Zweck dienen und auch für die gegebenen Verhältnisse durchführbar sind, oder man soll sie, wenn sie für die Sicherung der Grenzen eines Landes doch nichts bedeuten und nur die Reisenden belästigen, beiseite lassen.

Eine wirkliche ärztliche Überwachung dürfte, wenn es sich um Cholera handelt, gern auf drei Tage beschränkt werden können, da nach den Erfahrungen in Rumänien die Inkubationsdauer bei Cholera doch nur ein bis zwei Tage dauert. Sind Schiffe seit der Abfahrt aus einem choleraverdächtigen Hafen schon mehrere Tage unterwegs und es ist in dieser Zeit kein Erkrankungsfall vorgekommen, so wird man die Reisenden nicht noch einmal fünf Tage ärztlich beaufsichtigen brauchen, es sei denn, daß man auf Choleraträger fahnden will oder muß oder daß das gesamte Reisegut in gründlicher Weise desinfiziert werden soll.

Eine mehrtägige Quarantäne auf dem Landwege verhängen zu wollen, wo täglich viele vollbesetzte Züge die Grenze zu passieren haben, ist praktisch kaum durchführbar. Oder man braucht dazu riesengroße Quarantänelager, wie sie z. B. El Tor auf der Sinaihalbinsel für die Mekkapilger bietet.

Die oberflächliche Bespritzung mit Formalin, Karbolsäure oder Lysol ist zwecklos und, die Dampfdesinfektion im großen Maßstabe könnte nur schnell und gründlich in gut funktionierenden Desinfektionsapparaten geschehen, wofür aber an den meisten Grenzstationen nichts vorgesehen ist.

Wäre dies selbst der Fall, so würden doch noch die Choleraträger der Kontrolle entgehen.

Die unüberbrückbare Lücke bleibt bestehen, und so muß in Cholerazeiten immer damit gerechnet werden, daß die Seuche ihren Weg auch über das bedrängte Land hinaus einmal finden wird.

Es wäre zu erwägen, ob es nicht in solch gefahrdrohenden Cholerazeiten zweckmäßig sei, an den Grenzstationen und den größeren Stationen des Landes Sanitätsambulanzen, mit einem erfahrenen Arzt an der Spitze, einzurichten, die sich der auf der Reise von Unwohlsein befallenen Personen sofort in sachgemäßer Weise annehmen könnten. Die Reisenden selbst aber würden aufzuklären sein durch Anschläge auf Bahnhöfen und in den Zügen, daß sie bei der leichtesten Übelkeit an den Stationen Hilfe suchen müßten und finden würden. Dann könnte der Sache besser gedient werden, als durch Verordnungen, die entweder aus Mangel an Zeit, Mangel an Einrichtungen, Mangel an Verständnis und Mangel an Verantwortungsgefühl nicht oder nur oberflächlich zur Anwendung gelangen.

Über die Verwendung gehärteter Fette in der Nahrungsmittelindustrie.

Von
H. Thoms und **Franz Müller**-Berlin.

(Bei der Redaktion eingegangen am 31. Juli 1914.)

Teil I.
Über Darstellung und Eigenschaften gehärteter Fette.

Von H. Thoms.

(Mitteilung aus dem Pharmazeutischen Institut der Universität Berlin.)

In einer in der Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel mit Franz Müller gemeinsam publizierten Arbeit über das Marattifett[1]) haben wir gesagt, daß neu in der Nahrungsmittelindustrie zur Verwendung kommende Fette, bevor sie zum Vertrieb gelangen, in einem für Versuche an größeren Tieren ausgestatteten Institut auf Unschädlichkeit geprüft werden müßten. Da aber auch verschiedene Tierarten der größeren Gattung auf ihnen beigebrachte Substanzen qualitativ und quantitativ, verschiedene Individuen der gleichen Arten quantitativ verschieden reagieren, so sei man, wenn die Tierversuche keine Schädigung gezeigt haben, unseres Erachtens verpflichtet, die Substanz in der praktisch in Betracht kommenden Maximalmenge zunächst noch einzelnen Versuchspersonen mit der Nahrung zu verabreichen. Erst wenn auch hier Schädigungen ausblieben, sollte man das Produkt in der Nahrungsmittelindustrie verwerten und dem Publikum zugänglich machen.

1) Juli 1911, S. 226.

Unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte habe ich neuerdings gemeinsam mit Professor Franz Müller von den Bremen-Besigheimer Ölfabriken auf mein Ersuchen mir gesandte Fette, die nach dem patentierten Verfahren von Wilbuschewitsch gehärtet werden, geprüft.

Bereits der Herausgeber der Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, Herr Professor A. Bömer, hat in einem Vortrage auf der 11. Hauptversammlung Deutscher Nahrungsmittelchemiker[1]) über gehärtete Fette gesprochen und auch über die Konstanten mehrerer ihm von den Bremen-Besigheimer Ölfabriken zur Verfügung gestellter gehärteter pflanzlicher und tierischer Öle Mitteilungen gemacht.

Da die große Mehrzahl pflanzlicher und tierischer Fette im wesentlichen aus den Glyzerinestern der Stearin-, Palmitin- und Ölsäure bzw. zum Teil aus Glyzerinestern niedriger molekularer Fettsäuren oder ungesättigter Säuren (wie Leinölsäure) besteht, so ist anzunehmen, daß, wenn solche zu Speisezwecken bereits allgemein benutzten Fette durch Anlagerung von Wasserstoff an den Ölsäurerest in Stearinsäureglyzerinester übergeben, eine wesentlich veränderte physiologische Einwirkung solcher Fette auf den tierischen Organismus und den Menschen nicht zu erwarten ist. Denn durch Anreicherung an Stearinsäureglyzerinester im gehärteten Fett findet lediglich eine quantitative Verschiebung eines normalen Bestandteiles des ursprünglichen Fettes statt. Wohl kann dagegen dadurch eine Veränderung hinsichtlich der Ausnutzung des gehärteten Fettes im menschlichen Körper bewirkt werden. Es besteht bekanntlich die Meinung, daß sehr harte, über Körpertemperatur (37°) schmelzende, also an Stearinsäureglyzerinester reiche Fette eine schlechtere Ausnutzung bzw. Verdaulichkeit zeigen als weichere, niedriger schmelzende Fette[2]).

Hierüber kann indes nur der praktische physiologische Versuch entscheiden, und deshalb wird man der Ansicht Bömers,

---

1) Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel 24, 104 (1912).

2) Siehe u. a.: Tigerstedt, Lehrbuch d. Physiologie 1907, 4. A., S. 176.

daß die gehärteten Öle durch sorgfältige physiologische Versuche auf ihr Verhalten im menschlichen Körper geprüft werden sollten, nur durchaus zustimmen.

Es ist nicht ausgeblieben, daß, als die Fortschritte in der Ölhärtung den Gedanken nahelegten, eine industrielle Verwertung dieser Produkte auch in der Nahrungsmittelindustrie ins Auge zu fassen, Bedenken aller Art auftauchten und in Fachblättern ausgesprochen wurden. Besonders erhoben sich Stimmen gegen die mögliche Zulassung eines bis dahin in der Margarineindustrie noch nicht verwerteten Fettes, des Walfischtranes und Fischöles.[1])

Wenn auch insbesondere in Deutschland für nahrungsmittelchemische Zwecke gehärtete Trane zurzeit nicht in Frage kommen, weil die beteiligten Kreise der Nahrungsmittelindustrie (Margarine- und Speisefettfabriken) sich gegen die Verwendung der gehärteten Trane zu Speisezwecken erklärt haben, und nur die pflanzlichen Öle in gehärtetem Zustande verwenden wollen, so erschien es uns für unsere Information doch interessant, zuvörderst an einem für Genußzwecke ungeeigneten Fett, wie es der Tran ist, festzustellen, welche physiologischen Eigenschaften derselbe nach seiner Härtung besitzt, schon mit Rücksicht darauf, daß Fischfette bisher kaum auf ihre Ausnutzung und Gefahrlosigkeit geprüft sind.

Wir haben dann später unter Berücksichtigung der vorstehenden Gesichtspunkte drei gehärtete Pflanzenfette, die zur Herstellung von Margarine, also für die menschliche Ernährung in Frage kommen, chemisch und physiologisch untersucht, und zwar Erdnußöl, Sesamöl und Cottonöl. Sowohl die Rohöle, wie auch die daraus durch Wasserstoffanlagerung entstandenen gehärteten Öle standen uns zur Verfügung und waren uns von den Bremen-Besigheimer Ölfabriken geliefert worden.

Der uns vorliegende gehärtete Tran besaß den Schmelzpunkt 36,5° bis 37°, und der Tran, aus dem das gehärtete Produkt gewonnen war, hatte die folgenden Eigenschaften:

---

1) S. Böhm, Seifensiederzeitung u. Revue über die Harz-, Fett- und Ölindustrie 1912, Nr. 41, S. 1087.

Ende November 1912	Mitte Mai 1913
Refraktometergrade bei 40^0 = 64,0	63,0°
Säurezahl 2,0	5,5 (5,3)
Verseifungszahl	195,9
Jodzahl bei 136	135,1 (135,92).
Der Tran ist schwach gelblich gefärbt und zeigt den charakteristischen Fischgeruch.	Der Tran hat die gelbliche Farbe behalten, sein fischartiger Geruch hat sich verstärkt.

Das aus diesem Tran im Herbst des Jahres 1912 durch Härtung mittels Wasserstoffs erhaltene Fett hat weiße Farbe, halbweiche Konsistenz, ist fast geruchlos und besitzt einen an Tran kaum noch erinnernden, eigenartigen, schwachen und talgigen Geruch und Geschmack.

Die Konstanten des gehärteten Tranes sind die folgenden:

Ende November 1912.	Mitte Mai 1913.
Schmelzpunkt 36,5° bis 37°	36,5°—37°
Erstarrungspunkt	26° (26,5°)
Säurezahl 0,9	1,75 (1,70)
Verseifungszahl 195	195,3
Jodzahl 68,56	68,48
Refraktometergrade bei 40°	52,5.

Aus 300 g Tran ließen sich 0,04 g Cholesterin vom Schmelzpunkt 145 bis 146°, aus 300 g des aus diesem Tran gehärteten Fettes 0,38 g Cholesterin gewinnen, das, gut kristallisiert, ebenfalls den Schmelzpunkt 145 bis 146° und die charakteristischen Cholesterinreaktionen besitzt, durch den Härtungsprozeß also nicht verändert wurde. Auch Bömer[1]) hat festgestellt, daß durch das Hydrieren von Fetten die Cholesterine bzw. Phytosterine nicht verändert werden. Werden beim Hydrierungsprozeß über 10 Atmosphären hinausgehende Drucke und stark erhöhte Temperaturen (über 150°) benutzt, so ist die Möglichkeit, daß auch die Cholesterine bzw. Phytosterine Veränderungen erleiden, nicht von der Hand zu weisen.

1) loc. cit.

Das gehärtete Fett enthielt, von dem Hydrierungsprozeß herrührend, noch Spuren Nickel, welche mittels des Dimethylglyoximreagens mit Sicherheit nachgewiesen werden konnten.

Ob die vom Hydrierungsverfahren herrührenden Spuren Nickel in den gehärteten Fetten zu Bedenken Anlaß geben, ist eine Frage, die neuerdings bereits mehrfach erörtert worden ist.

In einer sehr eingehenden Arbeit »Hygienische Studien über Nickel«,[1]) die besonders zu dem Zwecke unternommen wurde, um über die Gefahrlosigkeit der im Haushalt vielfach benutzten Nickelkochgeschirre ein Urteil zu gewinnen, kommt K. B. Lehmann zu dem Ergebnis, daß Nickelmengen, die bei ausschließlicher Verwendung von Nickelgeschirren pro kg Mensch etwa aufgenommen werden können — etwa 2 mg pro kg —, nach den Tierversuchen für unbedenklich zu erachten sind.

Bei der Einfuhr von 6 bis 10 mg pro kg Katze oder Hund während 100 bis 200 Tagen hat Lehmann keine Störungen des Befindens oder Sektionsbefunde beobachtet, die auf Nickel bezogen werden könnten. Nach Lehmann verhält sich das Nickel, in kleinen Mengen in nicht ätzenden Verbindungen mit Speisen lange Zeit in den Körper eingeführt, vollkommen harmlos ähnlich wie Kupfer, Zink und Zinn, »von denen wir im Haushalt viel größere Mengen aufnehmen, als wir dies meist wissen«.

Auf eine private Anfrage an Herrn Professor Dr. Lehmann in Würzburg, ob Nickelmengen von 1 bis 10 mg mit Fett einem Menschen gereicht Schädigungen bewirken könnten, schrieb Herr Professor Lehmann: »Nachdem alle in Nickelgeschirr zubereiteten Speisen nicht unerhebliche Nickelmengen aufnehmen, Nickelgeschirre jedoch niemals schädlich gewirkt haben, so dürften auch 1 bis 10 mg Nickel in Fett keine hygienische Bedeutung haben.«

Neuerdings hat Lehmann sich in einem Aufsatz in der Chemikerzeitung[2]) »Eignen sich die gehärteten Fette zum Genuß des Menschen?« auch über die Bekömmlichkeit der nickelhaltigen Speisefette ausgesprochen. Er hat, nachdem Fütterungsversuche

1) Arch. f. Hygiene, Bd. LXVIII, S. 421.
2) Chem.-Ztg. 1914, Nr. 75, S. 798.

an Tieren günstige Resultate gegeben hatten, auch an sich selbst und seiner Familie und an den Familien einiger im Laboratorium arbeitender Personen Studien angestellt. Fettmengen von 50 g täglich haben sich an drei Hunden (Gewicht 4 bis 8 kg) in fünfmonatlicher Fütterung als »durchaus bekömmlich« erwiesen. Auch die Menschenversuche fielen sehr günstig aus. »Es sind in drei Familien während 2 bis 4 Monaten je 7 Pfund Fett pro Monat verbraucht worden, ohne daß dies von Uneingeweihten im Haushalt bemerkt worden wäre und ohne daß irgendwelche subjektive oder objektiven Störungen hervorgetreten wären.« Die Menschenversuche hat Lehmann sechs Monate fortgesetzt; sie sollen weitergeführt werden.

Teil II.

Die Unschädlichkeit und Verdaulichkeit von gehärtetem Walfischfett.

Von Franz Müller - Berlin.

(Mitteilung aus dem Tierphysiologischen Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin (Vorstand: N. Zuntz).

Die physiologische Prüfung des mir von Herrn Geheimrat Professor Thoms übergebenen gehärteten Tranes (Walfischfett) hatte vor allem zwei Richtungen zu verfolgen. Zunächst mußte festgestellt werden, ob die Zuführung dieses Fettes irgendwelche Krankheitserscheinungen oder auch nur leichtere Störungen des Wohlbefindens hervorbringt. Wenn auch bei dem in Frage stehenden Walfischfette die Anwesenheit ungesättigter, vielleicht toxisch wirkender Säuren bzw. ihrer Ester nicht zu erwarten war, so ließ sich diese Frage mit Sicherheit nur durch Tierversuche entscheiden. Zeigte sich dann, daß die Substanz unschädlich ist, so war weiterhin zu prüfen, ob nicht vielleicht leichtere Verdauungsstörungen (Durchfall, „Fettstühle“) auftreten, und in welchem Grade das Fett bei Zusatz zu einer fettfreien Normalkost vom Organismus verschiedener Tiere ausgenutzt wird.

a) Prüfung der Unschädlichkeit und Verdaulichkeit beim Tier.

Einige Hunde und Katzen — diese sind gegen fremde Fette recht empfindlich — bekamen an Stelle des sonst ihrer Nahrung beigemischten Rindertalges die gleichen Mengen des gehärteten Fettes. Es zeigten sich während einiger Tage keine Krankheitserscheinungen oder Störungen der Darmtätigkeit. Zwei besonders gut dressierten Hunden A und B, die ihren Harn und Kot nur auf Befehl und in vorgehaltene Gefäße entleerten, ihren Käfig, in dem sie sich sonst andauernd befanden, aber gar nicht beschmutzten, wurde dann, wie Tabelle I zeigt, eine Nahrung gegeben, die aus mit Fett angebratenem fettfreiem, gehacktem Pferdefleisch bestand. Das mir übergebene gehärtete Walfischfett hatte einen Schmelzpunkt von 36,5° und einen Wassergehalt

Tabelle I. Walfischfett.

Periode	Körpergewicht kg Anf.	Ende	Tag und Monat Anf.	Ende	Fettart	Fettmenge pro Tag g	Trockenkot g	Reines Kotfett g	Fettausnutzung in % der Einnahme
					Gelber Spitz A.				
I	12,0	11,5	25.11	1.12.	selbstgem. Fett	48,0	5,7	13,13	95,97
II	11,6	11,2	2.12.	8.12.	gehärt. Fett	48,0	21.0	4,01	98,79
III	11,2	11,85	9.12.	15.12.	selbstgem. Fett	48,0	24,6	4,27	98,69
IV	11,7	11,8	16.12.	6.1.	geh. Fett m. Reis	58,2	82,3	24,66	99,02
V	11,6	11,8	7.1.	13.1.	selbstgem. Fett mit Reis	58,2	25,2	2,59	99,35
					Dunkler Spitz B.				
I	6,55	6,06	3.12.	10.12.	gehärt. Fett	30	21,5	3,37	98,58
II	6,3	6,01	11.12.	18.12.	gehärt. Fett	35	35,7	4,91	98,52
III	6,04	6,08	19.12.	5.1.	gehärt. Fett mit Reis	35,13	20,2	4,11	99,34
IV	6,08	6,07	6.1.	12.1.	selbstgem. Fett mit Reis	35,13	12,8	1,72	99,28
					Katze.				
I	2,9	2,7	26.11. bis 16.12.		gehärt. Fett	von 10 bis 25 g steigend, meist 25 g, z.T. mit Reis	47,7	19,65	95,89
II	2,75	2,8	17.12.	7.1.	„		?	17,35	94,19

von 1,4%. Bei der Verbrennung in der Kalorimeterbombe nach Berthelot-Stohmann lieferte es 948 Kal. pro 100 g. Als Vergleich diente ein selbstgemachtes Fett (aus Schweine- und Hammelfett hergestellt) mit etwa dem gleichen Schmelzpunkt von 36,0 bis 36,5°, einem Wassergehalt von 2,9% und 938 Kal. pro 100 g. Das Tier A erhielt nun außer reichlichem Wasser täglich 180 g gehacktes Pferdefleisch und dazu in den drei ersten Perioden 48 g Fett. Die Nahrung enthielt so etwa 6 g Stickstoff (= ca. 37,5 g Eiweiß) und 600 Kal., d. h. pro kg 0,5 g Stickstoff (= ca. 3,1 g Eiweiß) und 50 Kal. Wie die während des 25. November bis 15. Dezember sehr geringen Schwankungen des Körpergewichts beweisen, entsprach die Nahrung den Bedürfnissen des fast immer ruhig im Käfig liegenden Tieres vollkommen. Dasselbe gilt für Hund B, der in den ersten beiden Perioden täglich 98 g Pferdefleisch und erst 30 g, dann 35 g gehärtetes Fett erhielt, d. h. 3,3 g N und 399 bzw. 447 Kal. oder pro kg 0,5 g N und etwa 70 Kal. Der Kot der einzelnen Perioden wurde durch Darreichung von Knochen scharf abgegrenzt. Tab. I zeigt, daß bei Hund A die Fettausnutzung fortschreitend besser wird und beim gehärteten Fett und dem selbstgemachten Fett in der zweiten und dritten Periode durchaus gleich war. Die Zahlen stimmen fast genau mit denen des Hundes B überein: 98,8 und 98,7% (Periode II, III) gegenüber 98,6 und 98,5% (B: Periode I, II).

Auf diese kürzeren Perioden folgte nun bei beiden Hunden eine längere, in der 135 g Fleisch bei Hund A und 70 g bei B, 58 g Fett bei A und 35 g bei B, ferner noch 15 g Reis bei A und 10 g Reis bei B gegeben wurden. Die Nahrung enthielt dann pro kg für Hund A: 0,4 g Stickstoff und 60 Kal., für Hund B: 0,4 g Stickstoff und 66 Kal. Auch während dieser drei Wochen zeigten beide Tiere keinerlei Krankheitserscheinungen, sie fraßen das Futter dauernd mit großem Behagen und nutzten es, wie Tabelle I zeigt, sehr gut aus. Gegenüber selbstgemachtem Fett besteht kein Unterschied, wie die letzte Periode (V bei A, IV bei B) zeigt, in der die Fleisch- und Reismengen unverändert blieben, nur an die Stelle des gehärteten Fettes das selbstgemachte Fett vom gleichen Schmelzpunkt trat.

Ein Versuch an einer Katze (Tab. I) ergab im Prinzip die gleichen Resultate. Allerdings eignen sich Katzen für Ausnutzungsversuche wenig; sie fressen allmählich unregelmäßiger und mit weniger Gier, wenn sie längere Zeit in Gefangenschaft gehalten werden. Zunächst erhielt das Tier 45 g Pferdefleisch und 10 g, später 15 g gehärtetes Fett, dann eine Zeitlang 30 g Pferdefleisch, 5 g Reis und 25 g Fett, ohne daß die Zugabe von Reis besseren Appetit und eine gleichmäßigere Aufnahme des Futters herbeigeführt hätte. Daher wurde die Ausnutzung fortschreitend schlechter, ohne aber die bei gewöhnlichem Butterfett hier üblichen Grenzen zu verlassen. Krankheitserscheinungen fehlten völlig. Sowohl bei den Hunden wie auch bei der Katze wurde der Harn täglich auf Eiweiß geprüft, doch fand sich nie eine Spur davon vor.

Diese Versuche beweisen, daß eine bis zu drei Wochen ohne Unterbrechung durchgeführte Ernährung mit ausreichenden Stickstoff- und Fettmengen, in der das gesamte Fett aus gehärtetem Walfischfett besteht, Störungen im Befinden der Tiere nicht hervorbringt. Wenn nun in der letzten Staffel der Tabelle I die Verdaulichkeit des Fettes in Prozenten der Einnahme angegeben ist (d. h. die im Kot gefundene Fettmenge auf die in der Nahrung zugeführte bezogen ist), so bedarf diese Berechnung einer Erklärung und gewissen Kritik. Es ist nämlich bekannt, daß das „Kotfett" zum größten Teile aus sog. Sekretfett, mit anderen Worten aus den Sekreten der Darmdrüsen besteht und nicht aus den Nahrungsresten stammt. So enthält der Kot auch bei fett freier Kost etwa 3 bis 7 g Ätherextrakt. „Wenn also die Fäzes nach Zufuhr von Fett in der Kost keine größere Fettmenge enthalten, so können wir sagen, daß das betreffende Fett im Darm fast vollständig ausgenutzt worden ist. Dies ist bei Eiern, Milch, Butter, Margarine, Schmalz — also bei Stoffen, welche bei Körpertemperatur flüssig werden und nicht von Membranen umgeben sind, der Fall." (Tigerstedt.) Man ist daher streng genommen nicht berechtigt, bei nicht übermäßig großer Fettzufuhr die geringen, im Kot gefundenen, mit Äther extrahierbaren Stoffe zu dem Nahrungsfett prozentual in Beziehung zu setzen. Ander-

1) Siehe u. a.: Tigerstedts Handbuch der Physiologie, Bd. I, S. 176 und Zuntz, Loewy, Müller, Caspari, Bergwanderungen und Höhenklima (Verlag R. Bong. Berlin 1905), Abschnitt: Ausnutzung.

seits zeigen sich leichte Reizungen des Darmes oft frühzeitig an durch Zunahme der in Äther löslichen Bestandteile im Kot. Um aber wenigstens den größten Teil derjenigen Darmsekretbestandteile auszuschließen, die zwar in den Ätherextrakt übergehen, aber doch keine echten Fette sind, wurde von uns stets in folgender Weise bei der Gewinnung des Kotfettes vorgegangen: Der auf dem Wasserbade getrocknete und gewogene Kot wurde, wenn er zu schmierig war, um zerrieben werden zu können, mit 96% Alkohol übergossen und nach einigen Tagen filtriert (Extrakt I). Der Rest wurde wieder getrocknet, pulverisiert, im Soxhletapparat zunächst mit Alkohol, dann mit Chloroform solange behandelt (Extrakt II und III), bis die extrahierende Flüssigkeit vollkommen farblos blieb. Die Rückstände von Extrakt I, II und III wurden mit absolut trockenem Äther aufgenommen, filtriert und der Rückstand gewogen. Auf diese Weise lösen sich zuletzt in dem trockenen Äther nur echte Fette. Die im vorletzten Stab der Tabelle I enthaltenen Zahlen für „reines" Kotfett bedeuten daher echtes Fett. Man darf also mit mehr Berechtigung, als wenn man alles direkt mit Äther Extrahierbare als „Fett" in Rechnung stellt, das aus dem Kot isolierte echte Fett als den nicht in den Körper übergegangenen, unverdaulichen Rest des Nahrungsfettes ansprechen. Übrigens ist diese Berechnungsart ganz allgemein akzeptiert.

Es bot sich mir weiterhin noch durch das liebenswürdige Entgegenkommen des Herrn Kollegen Dr. von der Heyde, dem ich auch hier nochmals bestens danke, die Möglichkeit, den Einfluß des gehärteten Walfischfettes auf die Ernährung eines Schweines zu prüfen. Schweine sind, wie die Viehzüchter wissen, gegen fremde Fette ganz besonders empfindlich. Ein derartiger Versuch war daher gewissermassen ein Experimentum crucis für die Unschädlichkeit. Das Tier wog bei Beginn des Versuches 55,6 kg. Es wurde zunächst drei Tage mit seinem üblichen Futtergemisch, bestehend aus Gemüseresten und Kleie gefüttert. Dem Gemisch waren aber noch 100 g Schmalz und 100 g gehärtetes Fett zugesetzt. Das Körpergewicht stieg auf 61,1 kg. Von nun an wurde drei Tage lang nur 200 g gehärtetes Fett gegeben; das Gewicht betrug nach drei Tagen 63,3 kg. In den folgenden zehn Tagen bekam das Tier außerdem täglich 2 l Magermilch, aus denen mit den 200 g gehärteten Fett eine mittelfette Sahne hergestellt wurde. Das Körpergewicht betrug nach zehn Tagen 65,3 kg. Das Tier war die ganze Zeit über munter, ließ aber schon vom dritten Tage ab, an dem es die Sahne bekam, einen Teil des Futters stehen. In den letzten drei Tagen merkte man, daß es nicht mehr so gern fraß, wie bisher. Krankheitserscheinungen oder Änderungen der Kotbeschaffenheit zeigten sich nicht. Der Versuch bestätigt also, daß Schweine gegen fremdes Fett besonders ablehnend sind. Er zeigt aber außerdem, daß das untersuchte Fett in 16 Tagen keinerlei schädigende Wirkung auf das Befinden des Tieres ausgeübt hat. Da es sich uns nur um die Verdaulichkeit von solchen Mengen Walfischfett handelte, wie sie etwa in der täglichen Kost des Menschen genossen werden konnten, so erübrigte es sich, die Ausnutzung bei extremer Fettdarreichung am Hunde zu prüfen, indem man einem etwa 6 kg schweren Tiere pro Tag

etwa 60 bis 80 g Fett hätte geben können. Die Fettmenge im Kot wäre auch dann, wie man per analogiam vermuten darf, nicht angestiegen[1]), die prozentische Ausnutzung also entsprechend höher gewesen.

Teil III.

Chemische Prüfung von Erdnußöl, Sesamöl, Cottonöl und der daraus durch Härtung hergestellten Produkte.

Von H. Thoms.

Erdnußöl.

Das Öl bildete eine hellgelbe, geruchlose, milde schmeckende Flüssigkeit vom spezifischen Gewicht 0,919 und dünnflüssiger, öliger Konsistenz. Die Jodzahl betrug 89,41; der Säuregrad 3,52; die Verseifungszahl 191,87.

Erdnußöl gehärtet.

Das gehärtete Öl stellte eine fast weiße, geruchlose, nicht unangenehm schmeckende Masse von schweineschmalzartiger, körniger Beschaffenheit dar.

Die Jodzahl betrug 58,56; der Säuregrad 3,47; die Verseifungszahl 187,56; der Schmelzpunkt 39 bis 40°; der Erstarrungspunkt 27,65°; der Nickelgehalt wurde kolorimetrisch mittels des Tschugaeffschen Reagens, Dimethylglyoxim, in der Weise festgestellt, daß man eine genau gewogene Menge des gehärteten Öles, hier 202,7838 g in einem geräumigen Porzellantiegel vorsichtig abbrannte und den Rückstand veraschte. Die Asche wurde mit Salzsäure aufgenommen, die Lösung mit Ammoniak übersättigt, vom ausgeschiedenen Niederschlag (Fe., Al., Ca.) abfiltriert und eingedampft. Zu dem Verdampfungsrückstand wurde 1 ccm einer 1% alkoholischen Dimethylglyoximlösung nötigenfalls unter Zusatz von Ammoniak hinzugefügt. Eine sofort auftretende Rosafärbung zeigte die Anwesenheit von Nickel an. Um den Nickelgehalt quantitativ zu bestimmen, wurde der ganze Rückstand in 100 ccm Wasser gelöst, und die Färbung mit Lösungen von Nickelchlorid von bekanntem Gehalt, welcher ebenfalls 1 ccm

1) Vgl. H. Wibbens und H. E. Huizenga (unter N. Zuntz), Untersuchung über die Verdaulichkeit der Butter und einiger Surrogate derselben. Pflügers Archiv 83, 1901, S. 609.

des Tschugaeffschen Reagens auf 100 ccm zugesetzt war, verglichen. Es stellte sich in diesem Falle eine Übereinstimmung der Intensität der Färbung mit einer Lösung heraus, welche in 100 ccm 0,003 g Nickelchlorid (mit 6 Mol. H_2O) = 0,00076 g Ni enthielt. In 1 kg des gehärteten Öles sind demnach 3,8 mg Nickel enthalten.

Sesamöl.

Das Öl bildete eine hellgelbe, fast geruchlose milde schmekkende Flüssigkeit vom spezifischen Gewicht 0,923 und dünnflüssiger öliger Konsistenz. Die Jodzahl betrug 107,8; die Verseifungszahl 187,3; der Säuregrad 5,51.

Sesamöl, gehärtet.

Das gehärtete Öl stellte eine fast weisse, geruch- und fast geschmacklose, körnige Masse von schweinschmalzartiger Konsistenz dar. Die Jodzahl betrug 65,4; die Verseifungszahl 179,8; der Erstarrungspunkt 29° C; der Schmelzpunkt 36 bis 37° C; der Säuregrad 3,5; der Nickelgehalt betrug 0,85 mg Ni pro kg.

Cottonöl.

Das Öl stellte eine gelbe, geruchlose, nicht unangenehm, milde schmeckende Flüssigkeit, von öliger, leicht flüssiger Konsistenz dar. Das spezifische Gewicht betrug 0,925; die Jodzahl 97,6; die Verseifungszahl 196,14; der Säuregrad 0,69.

Cottonöl, gehärtet.

Das gehärtete Öl bildete eine gelblichweiße, fast geruchlose, etwas talgartig schmeckende Masse von körniger Beschaffenheit und Talgkonsistenz.

Die Jodzahl betrug 70,33; die Verseifungszahl 194,8; der Erstarrungspunkt 32,6° C; der Schmelzpunkt 39 bis 40°; der Säuregrad 0,667; der Nickelgehalt betrug 0,83 mg Ni pro kg.

Teil IV.

Die physiologische Prüfung gehärteter Pflanzenfette.

Von Franz Müller-Berlin.

(Aus dem Tierphysiologischen Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin. Vorstand: N. Zuntz.)

Bei den mir übergebenen gehärteten Fetten aus Erdnußöl, Sesamöl und Cottonöl war es von vornherein wenig wahrscheinlich,

daß giftige organische Stoffe in dem Material vorhanden sein würden. Es konnte sich höchstens um bei der Fabrikation hinzugekommene anorganische Bestandteile handeln, aber der außerordentlich geringe Nickelgehalt von pro kg 0,0038 g bei Erdnußöl, 0,00085 g bei Sesamöl und 0,00083 g bei Cottonöl, machte auch diese Annahme unwahrscheinlich.

A. Tierversuche.

Es wurden mehrere Hunde einige Tage lang mit größeren Mengen Fett gefüttert, das zu ihrem gewöhnlichen Futter zugesetzt war. Sie zeigten keine Krankheitserscheinungen, auch keine Störungen des Appetits. Darauf wurde Hund B, der schon zu den im Vorstehenden (Teil II) beschriebenen Versuchen gedient hatte, wiederum zu einem exakten Ausnutzungsversuche benutzt. Hund B wurde isoliert, bekam aber diesmal erheblich größere Mengen Fett (pro Tag 60 g bei einem Gewicht von unter 7 kg) und neben reichlichen Mengen Wasser außerdem etwa 110 g Pferdefleisch, die auch noch über 14 g Fett enthielten (s. Tab. II S. 66). Die einzelnen Perioden sollten je sechs Tage dauern und zur Abgrenzung des Kotes zerkleinerte Knochen dienen. Zum Vergleich mit den zu untersuchenden Fetten bekam der Hund wiederum wie in den früheren Versuchen ein aus Schweine- und Hammelfett selbst hergestelltes Fett (Nr. I) vom Schmelzpunkt 37°. Die Nahrung enthielt so pro Tag etwa 23 g Eiweiß, d. h. über 3 g pro kg und 804 Kalorien, d. h. 120 Kalorien pro kg. Der Brennwert der Fette findet sich in Tabelle III. Da der Hund in den früheren Walfischfettversuchen mit etwa der gleichen Menge Eiweiß und 66 Kalorien pro kg sein Körpergewicht erhalten hatte, so bedeutete die jetzige Nahrung ein Mastfutter.

Tabelle III.

Brennwert der Fette: Kalorien pro 100 g.

Schweineschmalz	939,4
Erdnußfett	937
Sesamfett	953,5
Cottonfett	955,5
Selbstgemachtes Fett, II	943

Tabelle II. Pflanzenfette.

1 Versuchsobjekt, Anfangsgewicht, Alter	2 Anzahl der Versuchstage pro Periode	3 Fettart	4 Schmelzpunkt des Fettes °C	5 Gemischte Nahrung und ihr Fettgehalt pro Periode g	6 Außerdem eingenommene Menge des zu prüfenden Fettes pro Periode g	7 Gesamtfetteinnahme pro Periode g	8 Gesamtstickstoffeinnahme pro Per. g	9 Ausnutzung in % der Einnahme Fett %	10 Ausnutzung in % der Einnahme Stickstoff %	11 Stickstoff im Harn pro Periode g	12 Stickstoffbilanz pro Periode g	13 Änderung des Körpergewichts pro Per. g
Hund B				Fleisch								
6,85 kg	6	Selbstgem. I	37°	670 g mit 88 g	360	448	22,1	99,35				— 80
„	6	Erdnuß	39—40°	660 g mit 87 g	360	446	21,8	99,07				+ 60
HundHektor				Fleisch								
22,5 kg	6	Sesam	36—37°	1980 g mit 154 g Fett	720	873	65,3	94,37				— 650
„	4	Cotton	39—40°	1346 g mit 98 g „	480	577	44,2	97,51				+ 260
„	5	Selbstgem. II		1650 g mit 95 g „	600	694	54,5	98,93				+ 270
Mann O.												
79,2 kg				Gemischtes								
61 Jahr	5	Selbstgem. I	37°	mit 52 g Fett	460	512	70,8	90,12	81,6	53,96	+ 3,6	— 250
	5	Erdnuß	39—40°	„ 38 g „	500	537	74,6	96,04	90,4	51,02	+ 16,4	0
	5	Sesam	36—37°	„ 39 g „	500	539	70,8	96,43	90,5	51,41	+ 12,7	+ 250
	5	Cotton	39—40°	„ 62 g „	500	562	70,4	94,63	90,4	49,21	+ 14,4	+ 100
	5	Selbstgem. II	40°	„ 56 g „	500	556	68,2	94,31	90,8	49,43	+ 12,5	+ 150
Mann P.												
78,7 kg				Gemischtes								
31 Jahr	5	Schwein		mit 45 g Fett	590	633	56,9	86,87	81,6	60,19	— 13,7	— 3100
	5	Erdnuß	39—40°	„ 20 g „	500	519	56,5	92,63	83,6	56,46	— 10,6	— 1200
	5	Sesam	36—37°	„ 51 g „	500	530	66,3	94,95	88,8	54,79	+ 4,1	— 500
	5	Cotton	39—40°	„ 33 g „	500	533	64,1	96,53	88,9	51,25	+ 5,7	— 150
	5	Selbstgem. II	40°	„ 31 g „	500	530	71,9	97,21	90,3	56,22	+ 8,7	— 250

Von den großen Mengen Fett wurden in der ersten Periode mit selbstgemachtem Fett 99,4% ausgenutzt, mit Erdnußöl 99,1 %, d. h. gleich viel in beiden Perioden, und ebenso viel wie in den früheren Versuchen (s. Tab. I S. 60). Das reine Kotfett wurde wiederum in der Weise gewonnen, daß der getrocknete und fein gepulverte Kot im Soxhletschen Extraktionsapparate zuerst mit 96 proz. Alkohol, dann 24 Stunden mit Chloroform solange extrahiert wurde, bis die Flüssigkeit farblos ablief. Der Rückstand des Extraktes wurde diesmal mit Ligroin behandelt, filtriert, abgedunstet und gewogen. In Ligroin lösen sich ebenso wie in trockenem Äther nur die echten Fette. Daß das Körpergewicht in den ersten sechs Tagen abnahm, ist trotz der überreichen Ernährung nicht zu verwundern, da das Tier vorher viel wasserreicher mit gemischter Kost ernährt war und jetzt, obwohl es nach Belieben Wasser aufnehmen konnte, sicher zunächst mit Fleisch und Fett wasserärmer wurde. Leider ließ der Versuch sich nicht weiter fortführen, da das Tier dann die großen Fettmengen verweigerte und selbst durch Hungern nicht zur Aufnahme mehr zu bewegen war. Es mußte daher ein anderer, schwererer Hund (Hektor) sofort in den Versuch eingestellt werden; der Hund war erst kurz zuvor in das Laboratorium gekommen und hatte außerhalb sicher eine ganz andere Nahrung als nur Fleisch und Fett bekommen. Bei ihm wurde aus äußeren Gründen sofort nach Abgrenzung durch Knochen mit Sesamfett begonnen. Er erhielt täglich 120 g Fett (siehe Stab 6 der Tabelle II), d. i. pro kg gerechnet etwa halbsoviel wie Hund B zuvor. Außerdem bekam er pro Tag 330 g Pferdefleisch und hatte so außer reichlichem Wasser eine Einnahme von etwa 68 g Eiweiß pro Tag, d. h. über 3 g pro Tag und 1610 Kalorien, d. h. 71 Kalorien pro Tag und kg. Diese Menge ist sicher in Anbetracht der Größe des Tieres zur Erhaltung ausreichend. Es mußte, wenn die zu untersuchenden Fette keine Schädigungen hervorriefen, das Körpergweicht eher zu- als abnehmen. (Nach Zuntz braucht ein Hund von 30 kg 36 Kalorien pro kg Körpergewicht, ein solcher von 12 kg 54 Kalorien pro kg, einer von 4 kg, 70 Kalorien pro kg, entsprechend der Zunahme der Körperoberfläche bei abnehmendem Gewicht.)

Tabelle

Ernährung. Versuchsperson O.

Tag-Nr.	Selbstgemachtes Fett I 1	2	3	4	5	Erdnußfett 6	7	8	9	10
Brot	291	297	290	300	300	300	300	300	300	300
Zucker . . .	25	33	30	30	30	30	30	30	30	30
Marmelade . .	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lachsschinken .	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Fleisch . . .	112	225	215	225	250	225	250	250	225	250
Kohl	147	50	—	—	100	100	100	100	50	100
Kartoffeln . .	150	120	200	200	100	100	100	100	200	100
Bouillon . . .	145	75	159	M*	M*	—	M*	—	—	—
Erbsen . . .	—	—	83	—	—	—	—	—	—	—
Aquavit . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fett	60	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Bier, Flaschen .	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

* = Maggibouillon ohne sonstigen Zusatz außer Wasser.

Der Hund fraß gut, nahm aber zunächst in der Sesamfettperiode ab und nutzte das Fett mit 94,4% nicht sehr gut aus. Man findet aber häufig, daß der Darm sich erst allmählich an eine neue Ernährungsart gewöhnen muß. So steigt in der Tat in der nächsten Periode mit Cottonfett die Ausnutzung auf 97,5% bei Zuführung etwa der gleichen Fettmenge pro Tag. Auch das Körpergewicht nimmt jetzt zu, und es nimmt weiter zu in der dritten Periode mit einem selbst neu hergestellten Gemisch aus Hammel- und Schweinefett (Nr. II) vom höheren Schmelzpunkt von 40°. Daß dieses Fett mit 98,9% Ausnutzung (Stab 9 der Tab. II) bei Zuführung der gleichen Menge pro Tag wie bisher, besser ausgenutzt wurde als Sesam- oder Cottonfett, braucht nicht zu verwundern, da wie gesagt, der Darm sich eben allmählich mehr und mehr an die Nahrung gewöhnt hatte. In den in Tabelle I enthaltenen Hundeversuchen mit Walfischfett tritt diese allmähliche Gewöhnung auch bei Hund A hervor, bei Hund B fehlt sie, weil dieser eben schon längere Zeit vorher mit etwa dem gleichen Futter ernährt war und außerdem damals jedes Futter gut ausnutzte.

Da die Hundeversuche also ergaben, daß die Tiere keine Schädigung bei der Ernährung selbst mit sehr großen Mengen des

IV.
Nahrungsmittel in Gramm pro Tag.

Sesamfett					Cottonfett					Selbstgemachtes Fett II				
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
50	50	155	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
225	250	—	250	225	250	225	225	250	225	250	250	250	250	250
100	100	50	100	100	50	100	100	50	100	100	100	50	100	50
100	100	200	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
—	—	M*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	105	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	—	—
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

zu prüfenden Materials erlitten, so konnte unbedenklich zu Versuchen am Menschen übergegangen werden.

B. Stoffwechselversuche am Menschen.

An einem gesunden, sehr muskulösen, fettarmen, 60 jährigen Manne, Herrn Apotheker H. Offerdahl, wurde dieser Stoffwechselversuch ausgeführt. Da er in fünf Perioden zu je fünf Tagen ohne Unterbrechung verlaufen sollte, mußte die Nahrung den Wünschen der Versuchsperson entsprechend so abwechslungsreich und gehaltvoll als möglich gestaltet werden. Die Durchführung des Versuchs erforderte aber auch dann noch viel Selbstbeherrschung und Entsagungsfähigkeit. Die Abgrenzung des Kotes geschah mit Karminpulver. Die Zusammensetzung der Nahrung ergibt sich aus der Tabelle IV.

Die Versuchsperson ging ihrer gewöhnlichen Beschäftigung nach, hatte aber im ganzen wenig Bewegung und litt daher zeitweise an starker Schlaflosigkeit, die sich aufheben ließ, als 1 bis 2 stündige Spaziergänge nach dem Abendbrot vor dem Schlafengehen angeordnet wurden. Sonst war das Befinden dauernd normal, nur während der Aufnahme des Cottonfettes und des

selbstgemachten Fettes II von höherem Schmelzpunkt (um 40°) empfand O. zeitweise einige Zeit nach den Mahlzeiten starkes Völlegefühl im Magen und litt in der Cottonfettperiode unter Stuhlverstopfung, die aber bei reichlicherer Bewegung auch vorüberging. In der letzten Periode nahm er deshalb einmal eine kleine Menge Schnaps, um die leichten Magenbeschwerden zu beseitigen (siehe Tabelle IV 23. Tag).

Andere Versuchspersonen wollen derartige Erscheinungen bei dem Genusse des gehärteten Cottonöles n i c h t beobachtet haben.

Von der Nahrung wurde bei jeder Mahlzeit der sechste Teil mit Ausnahme des zu prüfenden Fettes und Zuckers zur Analyse entnommen, nach dem Trocknen bei 95 bis 100° alles zerrieben und gut gemischt. In der Trockensubstanz wurden Stickstoff, Fettgehalt und Brennwert ermittelt. Dem Brennwert wurden die für den Zucker, das Fett und den Alkoholgehalt des Bieres anzusetzenden Kalorien hinzugerechnet. Der Brennwert, im Durchschnitt pro Periode findet sich in Tabelle V. Der Fettgehalt des Nahrungsgemisches allein ist auf Tabelle II, Stab 5, verzeichnet. Er beträgt unter 10% der im ganzen aufgenommenen Fettmenge (Tab. II, Stab 7). Wie die Tabelle IV zeigt, war die Nahrung immerhin noch ziemlich einförmig. Eine gewisse Abwechselung wurde dadurch erreicht, daß die Kohl- und Fleischarten immer wechselten und in verschiedener Weise variiert wurden, daß das Fleisch außerdem das eine Mal gekocht, das andere Mal gebraten wurde, und daß zwei Marmeladesorten abwechselnd genommen werden konnten. Nicht in der Tabelle angeführt ist Kaffee ohne Milch, der regelmäßig getrunken wurde.

Die Fettausnutzung war, wie Stab 9 der Tabelle II zeigt, in der ersten Periode mit dem selbstgemachten Fett I nicht gut (90,1%). Sie besserte sich in den späteren Perioden und betrug zwischen 94 und 96%. Der Fettverlust ist also so groß, wie man es im allgemeinen bei gemischter Nahrung zu erwarten hatte. Man hätte aber außerdem annehmen sollen, daß die Fette mit höherem Schmelzpunkt (über 37°, der Körpertemperatur) etwas schlechter ausgenutzt würden als die Fette, welche unter und bei 37° schmelzen. Solche Erfahrungen haben ja J. M u n k u. a. gemacht.

In unserem Versuch an O. tritt dies nicht hervor, denn Erdnußfett und Sesamfett von verschiedenem Schmelzpunkt werden gleich gut ausgenutzt, so daß die geringe Verschlechterung bei Cottonfett und dem selbstgemachten Fett II von höherem Schmelzpunkt in der fünften Periode als voll beweiskräftig für den Einfluß des Schmelzpunktes auf die Ausnutzung nicht angesehen werden kann.

Auch die Ausnutzung des Stickstoffs war in der ersten Periode schlechter als in den späteren (Tab. II, Stab 10) und bewegte sich dann in normalen Grenzen (etwa 10% Verlust). Wir sehen also auch hier (vgl. Teil II) mit zunehmender Gewöhnung an bestimmte Ernährung eine Besserung der Fett- und Eiweißausnutzung. Daraus ergibt sich, wie notwendig es ist, bei Ausnutzungsversuchen von Nahrungsmitteln außer einer Vorperiode zum Vergleich eine Nachperiode zu machen! Die Stickstoffbilanz war dauernd positiv. Das Körpergewicht nahm zu. Es wurde also Eiweiß angesetzt. Der Brennwert der Nahrung betrug in der ersten Periode pro Tag im Durchschnitt 2665 Kalorien und stieg infolge der höheren Fetteinnahme in den späteren Perioden auf über 3000 Kalorien an. (Die genauen Zahlen befinden sich auf Tabelle V.) Pro kg standen etwa 38 Kalorien in der Nahrung zu Gebote, eine durchaus normale mittlere Menge für einen älteren Mann und mäßige körperliche Arbeit.

Tabelle V. Versuchsperson O.

Periode-Nr. mit	Kalorien pro Tag im Durchschnitt in der Gesamtnahrung	Kalorien pro Tag im Kot	Kalorien in 100 g Kot	Ausnutzung des Brennwerts in % Einnahme
I. selbstgemachtem Fett I	2665	253	539	90,50
II. Erdnußfett . .	3108	147	566	95,27
III. Sesamfett . . .	3147	124	562	96,06
IV. Cottonfett . . .	3145	132	601	95,80
V. selbstgemachtem Fett II	3432	186	548	94,58

Der Versuch an O. zeigt also, daß alle drei untersuchten gehärteten Pflanzenfette eben-

Tabelle VI. Harntabelle.

Tag-Nr.	Selbstgemachtes Fett I 1	2	3	4	5	Erdnußöl 6	7	8	9	10
Harnmenge ccm	1000	1250	1055	997	1270	1150	970	1200	1350	1340
Harnstickstoff g	8,76	11,39	11,26	9,93	12,62	12,42	7,57	9,89	11,04	10,10

so gut wie anderes, tierisches Fett ausgenutzt wurden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Versuchsperson außer den geringen in der gemischten Nahrung sowie im Fleisch enthaltenen Fettmengen, kein anderes Fett zur Herstellung der Speisen benutzt hatte. Subjektiv war das Sesamfett das angenehmste. Das Gleichbleiben der Stickstoffausnutzung in den letzten vier Perioden zusammen mit dem allgemeinen Wohlbefinden zeigt, daß die untersuchten Fette, wenigstens während der Zeit der Untersuchung, keine Störungen im Eiweißstoffwechsel oder sonst hervorgerufen haben. Mehr läßt sich eben durch einen, naturgemäß zeitlich begrenzten Stoffwechselversuch nicht aussagen. Daß die tägliche Stickstoffausscheidung im Harn nicht ganz regelmäßig verlief (siehe obenstehende Tabelle VI erklärt sich daraus, daß die Versuchsperson den Harn nicht immer ganz genau nach 24 Stunden abgrenzte und wohl auch die Blase nicht restlos entleerte. Die Gesamtmenge des Stickstoffs

Tabelle VII. Ernährung. Versuchsperson P.

Tag-Nr.	Schweineschmalz 1	2	3	4	5	Erdnußfett 6	7	8	9	10
Brot	175	142	160	120	165	242	310	261	300	307
Zucker . . .	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Fleisch . . .	300	225	215	250	190	225	150	250	250	225
Kartoffeln . .	500	300	300	200	250	550	400	600	450	350
Kohl	720	300	—	400	—	—	—	—	—	—
Bouillon . . .	300	200	212	—	—	—	—	—	—	—
Erbsen . . .	—	—	83	—	—	—	—	—	—	—
Bohnen . . .	—	—	—	—	60	—	70	—	—	—
Mehl	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tomaten . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bier, Flaschen .	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Rohes Obst . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fett	150	120	120	100	100	100	100	100	100	100

Versuchsperson O.

Sesamfett					Cottonfett					Selbstgemachtes Fett II				
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1405	1480	1385	940	1500	1190	1202	914	1130	1040	990	1200	1150	970	880
11,48	11,14	10,27	6,62	11,91	9,43	9,45	11,73	8,87	9,73	8,90	10,05	11,19	9,33	9,96

im Harn pro Periode war aber, wie Stab 11 der Tabelle II zeigt, recht gleichmäßig. Störungen im Eiweißstoffwechsel sind also ausgeschlossen.

In Anbetracht der großen Wichtigkeit dieser Stoffwechselversuche für die Beurteilung der Verwendbarkeit der Fette beim Menschen wurde ein zweiter Versuch an einem anderen, erheblich jüngeren (31 Jahre), gesunden, kräftigen Mann vorgenommen. Dieser eignete sich dadurch besonders für einen derartigen Versuch, daß er gewohnt ist, sehr gleichförmig zu essen und eine Kost genießt, wie sie die arbeitende Bevölkerung im allgemeinen zur Verfügung hat. Die Hauptmenge seiner Nahrung besteht aus Kartoffeln und Brot. Für unseren Versuch mußte allerdings die Fleischmenge größer gewählt werden, als er sie sich sonst selbst beschaffen kann. Außer Bier, Pfeffer und Salz sind kaum Geschmackreizmittel vorhanden. Die Abwechslung ist außerordentlich gering. Die zugeführten Mengen wurden nach dem

Nahrungsmittel in Gramm.

Sesamfett					Cottonfett					Selbstgemachtes Fett II				
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
292	313	367	314	311	199	211	309	199	170	192	372	258	340	250
40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
250	250	250	250	250	180	225	250	180	250	250	250	250	250	250
400	350	350	400	500	600	500	400	600	600	500	300	500	600	600
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	70	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	70	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	20	15	—	—	—	—	—	18	—	—	20	—	—	—
—	213	180	—	—	—	—	—	—	—	—	450	—	—	20
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
—	—	—	—	—	—	—	175	—	—	—	—	—	—	—
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabelle VIII.

Durchschnittlicher Brennwert der Gesamtnahrung von P. und Ausnutzung der Kalorien.

1 Periode mit	2 Kalorien pro Tag in Gesamtnahrung	3 Kalorien pro Tag im Kot	4 In 100 g Trockenkot Kalorien	5 Ausnutzung der Kalorien in %
Schweineschmalz . .	2748	310	618	88,7
Erdnußfett	2909	179	580	93,7
Sesamfett	2706	133	554	95,1
Cottonfett	3237	111	530	96,6
Selbstgem. Fett II . .	3196	110	524	96,6

Appetit und Behagen der Versuchsperson eingerichtet. Leider verlangte sie in der ersten Periode, in der sie, wie gewohnt, käufliches Schweineschmalz aß, größere Mengen Kohl als ihr zuträglich waren. Es stellte sich schon am zweiten Tage Appetitlosigkeit ein, am dritten und vierten Tage starke Leibschmerzen und weiche Kotentleerungen. Da die Arbeitskraft normal war und kein Fieber bestand, die eingeführte Kartoffel- und besonders die Kohlmenge sehr groß war, so glaube ich, daß der Durchfall auf Konto der zu reichlichen und zu zellulosereichen Nahrung zu setzen ist. Der Fettverlust im Kot ist dementsprechend abnorm (Ausnutzung nur 86,9%, Stab 9 der Tab. II und die Kalorien pro Gramm Kot sind relativ hoch, siehe Tab. VIII, Stab 4). Nach dem fünften Tage der ersten Periode mußte deshalb leider eine Pause gemacht werden. Es wurde erst wieder nach 11 Tagen angefangen, als bei normalen Entleerungen der Appetit sich wieder eingestellt hatte, und die Person sich völlig wohl fühlte. Nun konnte der Versuch ohne Unterbrechung durchgeführt werden. Die Zusammensetzung der Nahrung ergibt sich aus Tabelle VII. Sie ist, wie gesagt, vom

Harntabelle IX.

	Schweineschmalz					Erdnußfett				
Tag-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Harnmenge ccm	1275	1110	850	932	900	1590	850	850	840	840
Harnstickstoff g	13,87	11,83	12,43	11,18	10,88	12,17	10,17	11,51	12,19	11,82

sechsten Tage ab recht einförmig, ziemlich genau so, wie sie die Versuchsperson sonst verzehrt. Eine geringe Abwechslung kam durch Wechseln der Fleischssorten hinein. Nicht mit in der Tabelle aufgeführt ist der Kaffee ohne Milch, der regelmäßig eingenommen wurde.

Stab 9 der Tabelle II zeigt, wie in den letzten vier Perioden die Fettausnutzung sich fortschreitend bessert. Dies geht auch sehr deutlich aus dem Kaloriengehalt des Kotes hervor (Stab 4 der Tabelle VIII). Daß das Erdnußfett anscheinend schlechter als die anderen Fette ausgenutzt wurde, ist verständlich, weil der Darm nach der Pause mit andersartiger Ernährung sich erst wieder an die neue Kost gewöhnen mußte. Auch der Brennwert der Nahrung wurde noch nicht so gut ausgenutzt wie in den folgenden drei Perioden (siehe Stab 5, der Tabelle VIII). Sonst steht in den letzten zwei Perioden die Fettausnutzung sogar fast noch auf einem höheren Niveau als bei der Versuchsperson O. Auch die Stickstoffausnutzung (Stab 10, der Tab. II) nahm ständig zu, ein Zeichen, daß die verabreichten zu prüfenden Fette jedenfalls den Organismus nicht schädigten. Die Stickstoffbilanz ist dagegen bei dieser Versuchsperson zunächst negativ. Es muß betont werden, daß die Versuchsperson sich selbst die Zusammenstellung der Nahrung ausgewählt hatte und über die einzunehmenden Mengen entscheiden konnte. Sie hatte sich jedenfalls aber falsch beurteilt und dadurch zunächst viel zu große Nahrungsmengen und wie gesagt besonders eine viel zu voluminöse Nahrung (Kohl!) zugeführt. Der Kaloriengehalt war in der ersten Periode nicht sehr hoch. Er betrug etwa 2750 Kalorien, d. h. 35 Kalorien pro kg. Nachdem der Darm einmal überlastet war, bedurfte es einiger Zeit, bis sich der Körper auf die ihm zusagende Nahrungsmenge einstellte. Der Appetit war in den letzten vier Perioden zwar

Versuchsperson P.

Sesamfett					Cottonfett					Selbstgemachtes Fett II				
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
960	1020	1400	730	620	800	730	690	700	780	980	870	1875	1120	990
12,95	12,62	10,43	9,86	9,84	9,80	9,99	10,43	9,55	11,48	13,01	9,85	9,86	12,24	11,26

dauernd vorhanden, aber nicht sehr groß. Erst in der vierten Periode mit Cottonfett besteht die Neigung, mehr Kalorien zuzuführen (siehe Stab 2, der Tabelle VIII). Da die Versuchsperson reichlich körperliche Arbeit leisten mußte, ist es verständlich, daß das Körpergewicht auch in der zweiten und dritten Periode trotz völliger Sättigung andauernd, wenn auch zunehmend weniger, abnahm. Erst in der vierten und fünften Periode wird der Bedarf annähernd gedeckt. (Stab 2, Tab. VIII.) Das Wohlbefinden war aber in keiner Weise durch die Gewichtsabnahme beeinträchtigt. Die eingenommene Eiweißmenge reichte auch sicher aus, denn in den letzten drei Perioden ist die Stickstoffbilanz positiv geworden (Stab 12 der Tab. II). Die Nahrung entspricht in diesem Stoffwechselversuch an P. während der vier letzten Perioden durchaus einer für die zu leistende Körperarbeit knappen Ernährung, wie sie in den minder bemittelten Bevölkerungsschichten üblich ist. Es ist interessant, daß auch bei dieser Ernährung die zu prüfenden Fette durchaus normal ausgenutzt wurden und (mit Ausnahme der geringen im Fleisch vorhandenen Mengen, die in Stab 5 der Tabelle II enthalten sind) zum Kochen und Braten allein ohne Zusatz benutzt werden konnten. Subjektiv behagte dieser Versuchsperson das Sesamfett am besten. Sie empfand den höheren Schmelzpunkt stets störend und klagte über talgigen Geschmack. Diese Klagen bestanden aber in gleicher Weise bei Erdnuß- und Cottonfett, wie bei dem selbstgemachten Fett II.

Überblickt man die Stickstoffausscheidung im Harn auf Tabelle IX, so ersieht man ebenso wie aus den Durchschnittszahlen in Tabelle II, Stab 11, daß entsprechend dem normalen Verlauf der letzten vier Perioden die Stickstoffausfuhr im Harn ziemlich regelmäßig verläuft.

So haben wir auch hier keine Anzeichen für Schädigungen durch die zu prüfenden Fette gesehen. Es bessert sich vielmehr während der Ernährung mit diesen die Ausnutzung, die infolge zu voluminöser Nahrungszufuhr und auch wohl zu großer Fettmengen (Schweinefett) zunächst gelitten hatte.

Allgemeine Schlußfolgerungen aus der chemischen und physiologischen Untersuchung betreffend die Verwendung der drei gehärteten Pflanzenfette: Erdnußöl, Sesamöl, Cottonöl als Nahrungsmittel.

Von H. Thoms und Franz Müller.

In chemischer Hinsicht geben die drei Fette hinsichtlich ihrer Verwendung als Nahrungsmittel keinen Anlaß zu einer Beanstandung, wenn man — der Ansicht Lehmanns beitretend — den in den gehärteten Fetten beobachteten kleinen Nickelmengen keine Bedeutung beilegt. Die Untersuchung der Ausnutzung der drei gehärteten Pflanzenfette bei Tier und Mensch hat ergeben, daß ein Ersatz des gesamten Fettes der Nahrung durch diese künstlichen Fette keinerlei Störungen im Wohlbefinden hervorbringt. Bei der aus äußeren Gründen immerhin begrenzten Versuchsdauer, die einige Wochen nicht überschreiten konnte, war es an sich unmöglich, festzustellen, ob ein unschädlich erscheinendes Nahrungsmittel nicht bei monate- oder jahrelangem Genuß etwa Unzuträglichkeiten hervorruft. Dieser Einwand betrifft aber die meisten Laboratoriumsversuche. Im vorliegenden Falle besteht indes kein Grund, anzunehmen, daß die untersuchten Fette derartig Schädigungen hervorzubringen imstande sind, zumal die Tiere und Versuchspersonen die Fette rein, ohne Vermischung mit Milch, Butter oder Öl zu sich nahmen, was in praxi wohl selten eintreten dürfte. Ferner sprechen die auf sechs Monate ausgedehnten Fütterungsversuche von K. B. Lehmann, bei denen die Fette neben anderen im Haushalte verwendet wurden, auch für deren Unschädlichkeit.

Es empfiehlt sich, den Schmelzpunkt eines Nahrungsfettes nicht über 37° hinausgehen zu lassen. Wenn auch in unseren Versuchen die Ausnutzung der höher schmelzenden Fette nicht merklich anders war als bei solchen mit niedrigerem Schmelzpunkt, so machte dieser sich doch durch talgartigen Geschmack, Völlegefühl im Magen und ähnliche vorübergehende Störungen ingleicher Weise wie bei hochschmelzendem Rinder- und Hammeltalg bemerkbar. Es ist daher anzuraten, daß ein direkt zu Speisezwecken zu verwendendes Fett nur bis höchstens 37° gehärtet wird, oder daß höher gehärtete Fette durch Zusatz von Öl auf einen niedrigeren Schmelzpunkt gebracht werden, wie dies bei der Margarine- u. Speisefettfabrikation geschieht.

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Über Luftverunreinigung durch Kohlenoxyd, mit besonderer Berücksichtigung einiger weniger bekannter Quellen derselben.

Von

Leo G. Meyer,

dipl. Lebensmittelchemiker in Basel.

(Bei der Redaktion eingegangen am 17. Juli 1914.)

In der vorliegenden Arbeit, die zum größten Teil im hyg.-bakteriologischen Laboratorium der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich und auf Anregung des Laboratoriumsvorstandes Prof. Dr. O. Roth ausgeführt wurde, stellte ich mir in der Hauptsache die Aufgabe, einige bis jetzt nicht bekannte oder nur wenig studierte Quellen der Luftverunreinigung mit Kohlenoxyd näher zu untersuchen.

Die längst bekannte hohe Vergiftungsgefahr durch Kohlenoxyd wird uns unter anderem durch eine Zusammenstellung Buchbinders[1]) in ihrem ganzen Ernste vor Augen geführt. Danach ereigneten sich in Preußen in den Jahren 1902 bis 1904:

	Vergiftungen überhaupt:	Gasvergiftungen		Gasvergiftungen zusammen:
		Kohlenoxyd u. Kohlendunst	Leuchtgas	
Bei männl. Personen:	808	274	50	324
bei weibl. Personen:	378	138	30	168
Zusammen:	1186	412	80	492

1) Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege 1907, 4. Heft I. Hälfte: Vergiftungen durch Leuchtgas und andere Kohlenoxyd führende Gase.

Nach Wilke[1]) betrugen die zur Anzeige gebrachten gewerblichen Kohlenoxydvergiftungen in England im Jahre 1906: 55 (4 tödliche), im Jahre 1907: 81 (10 tödliche). Die meisten waren durch Einatmen von Gicht-, Mond- und Sauggas, ferner durch Leuchtgas (16 Fälle) (teilweise mit karburiertem Wassergas vermischt) und durch Gas aus Gebläseschachtöfen hervorgerufen. Je ein Fall entstand durch die einem mit Holzkohlen gefüllten Glühkorb entstammenden Gase und beim Reinigen eines Ölgasbehälters.

Als untere Grenze der Schädlichkeit von Kohlenoxyd wird von Gruber[2]) 0,05% angegeben, dabei betont der Verfasser, gestützt auf Versuche an sich selbst, daß dieselbe sicherlich nicht unter 0,02% liege. Nach ihm hängt die Giftwirkung nicht von der Menge, sondern von der Konzentration des eingeatmeten Gases ab, wogegen von Fodor und Gréhant[2]) eine kumulative Wirkung angenommen wird, in dem Sinne, daß auch sehr geringe Mengen von Kohlenoxyd bei lange dauernder Einwirkung schädlich auf die Gesundheit einzuwirken vermögen. Hierfür sprechen die nicht selten nach längerer Zeit auftretenden schleichenden Vergiftungen.

So berichten Courmont, Morel und Mouriquand[4]) über 35 Fälle von Kohlenoxydvergiftungen, die durch jahrelange Einatmung sehr kleiner Mengen Kohlenoxyd (Leuchtgas), das Heißluftheizkörpern entströmte, hervorgerufen wurden. Die Haupterscheinungen der Vergiftung, deren Ursachen erst spät erkannt wurden, waren Neurasthenie, Kopfschmerz, Neuralgien, Albuminurie und Glucosurie.

Einen anderen derartigen Fall erwähnt Gautleret[5]). Ich möchte darüber folgendes ausführen:

---

1) Concordia 1909, S. 102 bis 107; R. Wilke: Gewerbliche Vergiftungen in England. (Nach Berichten der englischen Gewerbeinspektoren.)

2) Archiv f. Hygiene Bd. I, S. 145.

3) Compte rendu 114, 6.

4) Académie de méd. Paris, Ref. Münchener med. Wochenschrift 1911, Bd. 58, S. 218.

5) Revue des maladies d. l. nutrition 1898, pag. 284. Ref. v. Vallin: Revue d'hygiène 1898, pag. 852, Empoisonnement chronique par l'oxyde de Carbone.

Eine Dame erkrankte jeden Winter an Krankheitserscheinungen, deren Ursprung lange nicht gedeutet werden konnte, die aber schließlich als eine infolge fehlerhafter Ofenanlage entstandene Luftverunreinigung durch Kohlenoxyd erkannt wurde. Eine Luftuntersuchung in dem Schlafzimmer der Dame ergab 0,0018 g Kohlenoxyd im Liter, in anderen Räumen der Wohnung 0,0008 g Kohlenoxyd im Liter. Das Referat teilt nichts mit über die Art und Weise der Kohlenoxydbestimmung. Leider war mir das Original dieser Arbeit nicht zugänglich. Allerdings ist mit obigen Zahlen der Beweis noch nicht geleistet, daß der Kohlenoxydgehalt der Luft in den betreffenden Wohnräumen gelegentlich nicht auch höher gestiegen sei.

Bevor ich mit der Untersuchung von Quellen der Luftverunreinigung durch Kohlenoxyd begann, schien es mir notwendig, in erster Linie die meist angewandten Methoden des Kohlenoxydnachweises in der Luft einer vergleichenden Prüfung zu unterziehen und eventuell meinem Zwecke anzupassen.

Es kamen von den verschiedenen qualitativen Methoden für mich in Betracht:

1. Die Methode von Vogel[1]), welche bekanntlich darauf beruht, daß in einem mit der zu untersuchenden Luft geschwänkten, stark verdünnten Blutlösung nach Zusatz von reduzierenden Mitteln verschiedene Absorptionsstreifen auftreten, je nachdem Kohlenoxyd vorhanden ist oder nicht.

2. Die Welzelsche Methode[2]): Verschiedenes Verhalten des mit gewöhnlicher und mit kohlenoxydhaltiger Luft behandelten verdünnten Blutes gegenüber eiweißfällenden Mitteln (Tannin usw.) in bezug auf die Farbe des Niederschlages.

3. Die Methode von Winkler[3]): Absorption des Kohlenoxyds durch eine Lösung von Kupferchlorür in nahezu gesättigter Kochsalzlösung. Nachherige Verdünnung und Überschichtung mit Palladiumchlorür. Auftreten einer schwarzen Wolke bei Anwesenheit von Kohlenoxyd.

4. Methode mit Palladium- oder Natriumpalladiumchlorürpapier. Schwärzung desselben bei Anwesenheit von Kohlenoxyd in der Luft.

---

1) Berliner Berichte 11, 236.

2) Verhdlg. der phys.-med. Gesellschaft, Würzburg, XXIII. Bd. Nr. 3, 1889, Nachweis von Kohlenoxydhämoglobin.

3) Technische Gasanalyse und Ztschrft. f. analyt. Chemie 1889, S. 270 ff.

Orientierende Versuche über die Empfindlichkeit der oben genannten Methoden.

Um speziell die Empfindlichkeit dieser Methoden zu ermitteln, stellte ich mir verschiedene Gemische von Luft mit Kohlenoxyd her. Die Darstellung des letzteren geschah in einem Glaskolben mit aufgesetztem Sicherheitsrohr, und zwar durch Erhitzen von chemisch reiner Oxalsäure und Schwefelsäure, wobei erstere bekanntlich in Kohlenoxyd, Kohlendioxyd und Wasser zerfällt. Durch drei dem Gasometer vorgeschaltete Waschflaschen mit Natronlauge wurde die Kohlensäure vollständig absorbiert. Der Gasometer war mit einer Gasbürette verbunden, mittels welcher nun bestimmte Mischungsverhältnisse von Kohlenoxyd und Luft in einer 10 l-Flasche hergestellt wurden.

Zur Prüfung der Vogelschen Methode diente mir vorerst eine Mischung, die 1% Kohlenoxyd enthielt. Das mit diesem Gemisch geschwänkte Blut zeigte nach Zusatz von Stokesscher Flüssigkeit[1]) die Absorptionsstreifen im Spektrum noch sehr deutlich.

Es wurden noch weitere Verdünnungen vorgenommen: 0,5%, 0,25%, 0,18%. Bei dieser letzteren waren die beiden Streifen noch ganz schwach unterscheidbar, dagegen verschwanden sie vollständig bei einer Verdünnung auf 0,12%. Diese Resultate stimmen so ziemlich mit den Angaben in der Literatur[2]) überein, die eine Anwendbarkeit der Methode bis zu 0,25% Kohlenoxyd feststellen.

In bezug auf diese häufig angewendete Vogelsche Methode sei jedoch auf einen Punkt aufmerksam gemacht, der vielleicht zu wenig bekannt ist und in den meisten Lehrbüchern keine Erwähnung findet. Es ist dies die Wirkung gewisser Verbrennungsgase auf das Blut, welches dasselbe zum Nachweis des Kohlenoxyds untauglich machen können.

---

1) Darstellung desselben: Man löst etwas schwefelsaures Eisenoxydul (Eisenvitriol) in Wasser, setzt feste Weinsäure bis zum Entstehen eines starken Niederschlags hinzu und löst dann denselben durch Zusatz von überschüssigem Ammoniak zu einer schwarzgrünen Flüssigkeit. Treadwell & Stokes B. B. 21, 1888.

2) l. c., S. 3.

So hat mir die Methode öfters vollständig versagt, wenn versucht wurde, in den Abgasen von mit Holzkohlen geheizten Kohlenbecken Kohlenoxyd nachzuweisen. Eine solche Beobachtung erwähnt auch H e m p e l[1]), der folgenden Versuch anstellte.

In einem geschlossenen Arbeitsraum wurde ein kleiner Windofen mit brennender Holzkohle aufgestellt, die Türen und der Kaminabzug wurden geschlossen. In den Raum mündete durch eine Öffnung in der Tür von außen her ein Glasrohr, das am Ende in eine trichterförmige Erweiterung überging. Dieses Rohr war mit einer 10 l-Flasche zur Luftaspiration verbunden. Zwischen Rohr und Flasche wurde eine Mitscherlichsche Kugelröhre mit Wasser gefüllt zum Waschen eingeschaltet. Gleichzeitig wurde im Raume eine 100 ccm Flasche mit Wasser entleert, 3 ccm verdünnte Blutlösung hinzugegeben und 3 bis 4 Minuten geschwänkt. Nachdem die Kohlen eine halbe Stunde gebrannt hatten, wurde mit der Bestimmung begonnen. Die Luft im Raume war erstickend und von eigentümlich säuerlichem Geruch (Kohlendunst). Trotzdem konnte kein Kohlenoxyd in der Blutlösung nachgewiesen werden.

Die Luft in der 10 l-Flasche zeigte einen schwach bläulichen Schein, nach der Ansicht H e m p e l s waren trotz der Waschflasche, die bei der unvollständigen Verbrennung der Kohle sich bildenden sauren Zersetzungs- und Destillationsprodukte (Karbolsäure?) übergegangen.

Nachdem die Flasche mit dem darin enthaltenen Wasser wiederholt geschüttelt und bis zum anderen Tage stehen gelassen worden war, waren diese Stoffe absorbiert und schon 5 l der noch in der Flasche vorhandenen Luft zeigten Kohlenoxyd unzweifelhaft an.

Ich komme auf ähnliche im hygienischen Laboratorium der Techn. Hochschule gemachte Beobachtungen nachher zurück.

Die M e t h o d e v o n W e l z e l. Es wurden Verdünnungen von 0,5, 0,25, 0,05, 0,005 und 0,0025% Kohlenoxydgehalt hergestellt. Selbst bei der letzteren war der Farbenunterschied namentlich nach 24 stündigem Stehen immer noch ganz deutlich. Das Ergebnis stimmt mit den Literaturangaben[2]) überein, nach welchen noch ¼ ccm Kohlenoxyd in 10 l Luft nachgewiesen werden können, was ebenfalls einer Verdünnung von 0,0025% entspricht.

Das V e r f a h r e n v o n W i n k l e r. Die verwendeten Luftproben enthielten 1,0, 0,5, 0,25, 0,06 und 0,03% Kohlenoxyd. Bei der letzten Verdünnung zeigte sich erst nach dreistündigem Stehen eine schwach grauliche Wolke von reduziertem Palladium.

Versuche des Nachweises in noch größerer Verdünnung gelangen nicht mehr, so daß 0,03% als die unterste Grenze der

1) Gasanalytische Methoden, W. H e m p e l 1900, S. 200.
2) l. c., S. 3.

Empfindlichkeit der Winklerschen Methode anzusehen ist. Angaben hierüber habe ich in der Literatur keine gefunden.

Übrigens ist diese Methode nach Treadwell[1]) mit gewissen Fehlern behaftet.

Die Anwendung von Palladium und Natriumpalladiumchlorürpapier ist in vielen Fällen für die Praxis recht bequem und wenigstens für bestimmte Zwecke zu empfehlen.

Das Palladium wurde schon im Jahre 1859 von Böttger[2]) für den Nachweis von Kohlenoxyd empfohlen.

Die Verwendung desselben in Form von Reagenzpapier stammt von Fodor[3]), welcher sich dasselbe durch Eintauchen von feinem Filtrierpapier in neutrale Palladiumchlorürlösung herstellte, die auf 100 ccm Wasser 0,2 g Palladiumchlorür enthielt. Er füllte mittels eines Blasebalges eine 10 l-Flasche mit der zu prüfenden Luft. Auf dem Boden der Flasche befanden sich einige Kubikzentimeter Wasser. Er fand, daß 0,5‰ Kohlenoxyd in der Untersuchungsluft schon nach etlichen Minuten ein schwarzes glänzendes Häutchen auf dem vorher mit destilliertem Wasser befeuchteten Papier erzeugen, was bei 0,1‰ nach 2 bis 4 Stunden, bei 0,05‰ nach 12 bis 24 Stunden der Fall war.

Gleichlautende Angaben finden wir auch bei Rubner[4]), welcher die Methode für den Nachweis kleiner Mengen Kohlenoxyd empfiehlt.

Die Zersetzung des Palladiumchlorürs soll nach der folgenden Gleichung geschehen:

$$PdCl_2 + CO + H_2O = Pd + 2HCl + CO_2;$$

unter Bildung von Salzsäure und Kohlensäure scheidet sich metallisches Palladium ab.

Unter Umständen kann der Anwendung dieser Methode der Umstand hindernd in den Weg treten, daß auch Ammoniak,

1) Analytische Chemie, III. Auflage, Bd. II, 1905, S. 542.

2) v. Fodor, Kohlenoxyd in seiner Beziehung zur Gesundheit, D. V. f. öff. Gesundheitspflege, Bd. 12, 1880, S. 392.

3) l. c., S. 396.

4) Lehrbuch d. Hygiene, 8. Aufl. 1907, S. 269.

Schwefelwasserstoff und Kohlenwasserstoffe eine Schwärzung des Papiers bedingen (Fodor, Rubner u. a.). Trotzdem ist sie für gewisse Fälle sehr brauchbar. Für die Praxis des Gewerbeinspektors wurde sie von Fabrikinspektor Schuler[1]) empfohlen.

Wie auch aus später zu besprechenden Versuchen hervorgeht, ist die Reaktion mit diesen Papierstreifen, deren Anwendung sich namentlich durch große Einfachheit auszeichnet, wohl die empfindlichste Methode zum qualitativen Nachweis des Kohlenoxyds in der Luft.

Bei der Nachprüfung derselben wurde gewöhnliches Filtrierpapier mit 1 proz. Palladiumchlorürlösung getränkt. (Palladiumchlorür von Merck, Darmstadt), dann auf Glasplatten ausgebreitet, im Dunkeln getrocknet und in dunkeln Flaschen aufbewahrt. Das Palladiumchlorür wurde nach der Vorschrift von Fodor (l. c.) in Salzsäure gelöst und verdünnt. Anstatt der 0,2proz. Lösung, wie sie Fodor empfiehlt, verwendete ich eine 1prozentige, da zahlreiche von mir angestellte Versuche ergeben hatten, daß wenigstens bei geringen Kohlenoxydmengen in Luft das mit dieser stärkeren Lösung dargestellte Papier eine deutlichere und oft schnellere Reaktion zeigte.

Bekanntlich ist solches Reagenzpapier auch fertig präpariert käuflich. Wir haben jedoch mit dem auf obige Weise selbst präparierten Papier bessere Resultate erhalten, vielleicht auch deshalb, weil es frischer war. Es kam mir vor, daß ich mit dem gekauften Papier erst nach 10 Minuten eine schwache Reaktion erhielt, während das selbst präparierte in demselben Kohlenoxydluftgemisch sofort nach dem Einhängen eine starke Schwärzung zeigte.

Ich lasse nachfolgend die Resultate einer der verschiedenen angestellten Versuchsreihen folgen mit dem Bemerken, daß auch die andern ähnlich ausfielen:

Schwärzung war nachzuweisen nach zirka:	Gehalt der untersuchten Luft an Kohlenoxyd					
	0,5%	0,25%	0,12%	0,06%	0,03%	0,005%
Beim 1%igen selbstpräparierten Papier:	3′	5′	7′	9′	20′	30′

1) Berichte der eidg. Fabrikinspektoren 1884/85. I. Kreis, S. 9.

Zur Prüfung noch stärkerer Gasverdünnungen wurden gleichzeitig noch Streifen, die mit 2 proz. Natriumpalladiumchlorürlösung getränkt waren, eingehängt, die sich als empfindlicher auf kleinste Mengen Kohlenoxyd erwiesen. Bei der Einwirkung von 0,0005% Kohlenoxyd waren die im Handel erhältlichen und auch meine 1 proz. Palladiumpapiere erst nach 2×24 Stunden schwach geschwärzt, während die 2 proz. Natriumpalladiumchlorürpapiere schon nach 12 Stunden eine sehr deutliche Schwärzung aufwiesen.

Da die Einwirkung von Kohlenoxyd auf Palladiumpapier bei Anwesenheit von nur sehr geringen Mengen dieses Gases gewöhnlich erst nach längerer Zeit, bis zu 24 und mehr Stunden, sichtbar wird, so wurden die Flaschen mit der zu untersuchenden Luft, um das Entweichen derselben möglichst zu verhüten, mit Kautschukstöpseln verschlossen, darüber mit Gummikappe versehen und hierauf mit dem Halse nach unten in ein Gefäß mit Wasser gestellt.

Bei allen diesen Versuchen hat es sich gezeigt, daß das zu untersuchende Gas, resp. das Reagenzpapier, niemals ganz trocken sein darf, wenn die Reaktion mit Palladiumchlorür eintreten soll. Schon F o d o r legt Wert darauf, daß auf dem Boden der Flasche mit der zu untersuchenden Luft sich etwas Wasser befinde.

Die Befeuchtung der Papierstreifen darf keine zu ausgiebige sein, weil sonst das Palladiumchlorür aus denselben ausgezogen wird und von den Streifen abtropfen kann. Am besten ist es, wenn das Wasser tropfenweise aufgebracht wird. Doch kommt es auch dann, namentlich bei schwacher Gaskonzentration, häufig vor, daß nur der Rand geschwärzt wird, was indes der Deutlichkeit der Reaktion keinen Abbruch tut.

Das Einhängen trockener Streifen in das feuchte Gasgemisch ergibt bei größeren Kohlenoxydmengen eine gleichmäßigere Schwärzung des ganzen Streifens, welche jedoch bei kleineren Mengen dieses Gases viel später auftritt als diejenige befeuchteter Streifen.

Daß aber auch, wie schon früher erwähnt, andere Gase, wie Ammoniak und vor allem Schwefelwasserstoff, recht energisch auf Palladiumpapier einzuwirken vermögen, zeigen folgende Versuche.

1 proz. Palladiumchlorürpapier wurde mit verschiedenen Konzentrationen von Schwefelwasserstoff und Luft zusammengebracht. Von 1 bis 0,01% Schwefelwasserstoff in Luft wurden die Streifen sofort schwarzbraun. Bei 0,001% Schwefelwasserstoff dauerte es ca. 2 Minuten, bei 0,0001% Schwefelwasserstoff ca. 10 Minuten, bis die Bräunung begann. Bleipapier reagiert bei der letzten Verdünnung nicht mehr, ebenso war kein Schwefelwasserstoffgeruch mehr wahrnehmbar.

Da somit Palladiumchlorürpapier auch ein empfindliches Reagens auf Schwefelwasserstoff ist, so muß dieses Gas unter Umständen, wenn es sich ausschließlich um Prüfung auf Kohlenoxyd handelt, vorher auf das sorgfältigste entfernt werden.

Beim Einhängen der Streifen in Ammoniakgas wurden diese vollständig weiß, wohl infolge Bildung eines komplexen Salzes.

In der Praxis dienen die Palladiumstreifen hauptsächlich zum Nachweis von Leuchtgas, besonders auch in solchen Fällen, in denen es infolge der Absorption die charakteristischen Riechstoffe im Boden verloren hat und vom Geruchsorgan nicht bemerkt wird.

Ich suchte daher speziell die Empfindlichkeit des Palladiumpapiers gegenüber Leuchtgas festzustellen.

Ich begann meine Versuche mit einer Verdünnung von 0,5% Leuchtgas in Luft, was einer Kohlenoxydmenge von 0,0435% entsprach. (Der Kohlenoxydgehalt des Leuchtgases für den betreffenden Tag wurde nach H e m p e l bestimmt und 8,70% Kohlenoxyd gefunden.) Die in Gasgemisch gehängten Streifen waren nach 6—8 Minuten geschwärzt. Für stärkere Verdünnungen mußte das Leuchtgasluftgemisch schon bedeutend länger auf Palladiumchlorür einwirken; so zeigten die Streifen bei einer 0,05 proz. Verdünnung (0,00435% Kohlenoxyd) nach 2 Stunden noch keine deutliche Reaktion.

Als ich diese Versuche bereits abgeschlossen hatte, bekam ich Kenntnis von einer Arbeit von B r u n c k[1]). Dieser benutzt zum Nachweis des Kohlenoxyds Palladiumchlorürlösung und wägt das ausgeschiedene Palladium (wobei 1 g $PdCl_2$ 0,2624 g CO ent-

1) O. B r u n c k, Bestimmung kleiner Mengen von Kohlenoxyd, Ztschr. f. angew. Chemie 1912, S. 2479.

spricht). Nach den Angaben des Verfassers wirkt die bei der Umsetzung des Palladiumchlorürs sich bildende Salzsäure (siehe Gleichung S. 84) lösend auf das entstehende Palladium. Zur Neutralisation dieser Salzsäure setzt er daher eine 5 proz. Natriumazetatlösung zu und hat mit dieser Modifikation sehr befriedigende Resultate erhalten.

Wir haben nun versucht, die Anwendung von Natriumazetat auf die Reaktion mit Palladium p a p i e r zu übertragen und dabei folgendes gefunden.

Je zwei Paar 1 proz. Palladiumchlorürpapierstreifen, wovon das eine Paar mit 5 proz. Natriumazetatlösung befeuchtet worden war, wurden in Kohlenoxydluftgemische von bestimmter Konzentration gehängt.

Bei 0,76% Kohlenoxyd wurden die befeuchteten Streifen (a) augenblicklich tiefschwarz, die anderen (b) nach 3 Minuten.

Bei 0,076% Kohlenoxyd:

a) schwarz nach 1 Minute,

b) nach 3—5 Minuten.

Bei 0,005% Kohlenoxyd:

a) nach 20 Minuten geschwärzt,

b) nach 35 Minuten geschwärzt.

Eine Versuchsreihe mit Leuchtgasluftgemischen ergab folgendes. (Das Leuchtgas enthielt 8,6% CO.) Es wurden Verdünnungen von 0,76, 0,09 und 0,048% Leuchtgas hergestellt, dabei fand Schwärzung statt beim mit Natriumazetat befeuchteten Palladiumpapier nach 2 Minuten, nach 20—30 Minuten und nach 2 Stunden. Bei Befeuchtung mit Wasser trat die Reaktion stets erheblich später auf. Kontrollstreifen mit Natriumazetat befeuchtet und in einer leuchtgasfreien Atmosphäre aufgehängt blieben unverändert. Wiederholungen dieser Versuche ergaben ähnliche Resultate.

Wir hatten wiederholt die merkwürdige Beobachtung gemacht, daß über einem völlig geöffneten (nicht angezündeten) Bunsenbrenner gehaltene Palladiumchlorürstreifen bei Befeuchtung mit Wasser keine oder nur eine schwache Reaktion zeigten, welche

zudem erst nach längerer Zeit eintrat. Allerdings verhielten sich bei der häufigen Nachprüfung dieser Beobachtung nicht alle Papiere gleich. Ganz besonders auffällig war die Erscheinung bei einem vor längerer Zeit präparierten Natriumpalladiumchlorürpapier.

Als wir nun dasselbe Papier anstatt mit Wasser mit einem Tropfen Natriumazetat befeuchteten, trat sofort Schwärzung ein, wenn auch häufig nur am Tropfenrande.

Auch bei den andern Papieren, die mit Palladiumchlorür getränkt waren, trat stets die Schwärzung im Gasstrom bei Anwendung von Azetat weit früher und intensiver zutage, als wenn mit Wasser befeuchtet wurde.

Diese Versuche ergeben eine sehr hohe Empfindlichkeit des in zweckmäßiger Weise hergestellten Palladiumpapiers, welche bei Anwendung von Natriumazetat zur Befeuchtung noch gesteigert wird.

Von den verschiedenen qualitativen Methoden habe ich hauptsächlich diejenigen von Deprez und Nicloux[1]) und von Kinnicutt und Sandford[2]) nachgeprüft und die letztere vielfach mit gutem Erfolg praktisch angewendet. Beide bestehen im Prinzip darin, daß man die Menge Jod bestimmt, welche frei wird, wenn Kohlenoxydgas über erhitztes Jodsäureanhydrid J_2O_5 geleitet wird, entsprechend der Gleichung:

$$J_2O_5 + 5\,CO = J_2 + 5\,CO_2$$

Deprez und Nicloux fangen das entstehende Jod in Natronlauge auf, fügen nach dem Ansäuern Chloroform hinzu, schütteln tüchtig um und vergleichen die entstehende Rötung mit derjenigen, die sich bildet, wenn man eine angesäuerte Natronlaugechloroformlösung mit einer Jodkaliumlösung von bekanntem Gehalt versetzt. Ich prüfte diese Methode nach und fand, daß sie ziemlich umständlich und nicht sehr empfindlich sei. Ich konnte bei bekannten Mengen Kohlenoxyd nicht unter 0,09% dieses Gases nachweisen.

1) Archiv f. Hygiene, Bd. 46, Spitta, Nachweis kleiner Mengen Kohlenoxyd in Luft.

2) Journ. americ. chem. soc. industry 1900, pag. 14.

Die oben erwähnte Methode von Kinnicutt und Sandford ist genauer und einfacher. Nach ihr wird das ausgeschiedene Jod in Jodkaliumlösung aufgefangen und in dieser mit $^1/_{1000}$ normal Natriumthiosulfatlösung titriert.

Auch Kinnicutt und Sandford erhielten bei einer Nachprüfung der Deprez-Niclouxschen Methode in der ursprünglichen Form keine befriedigenden Resultate, wohl aber erwies sich dieselbe bei der von ihnen vorgenommenen Modifikation als sehr brauchbar.

Die beiden Verfasser leiteten wie Deprez und Nicloux das zu untersuchende Gasgemisch, nachdem es zuerst durch Kalilauge und konz. Schwefelsäure von Kohlensäure und anderen event. anwesenden Gasen befreit worden war, über ein im Ölbad auf 150° erhitztes Jodsäureanhydrid. Das in Freiheit gesetzte Jod wurde dann in einer Wolffschen Blutabsorptionsröhre durch Jodkaliumlösung absorbiert. Diese Lösung enthielt 0,5 g Jodkalium in 5 ccm Wasser. In ihr wurde das aufgefangene Jod durch $^1/_{1000}$ normale Natriumthiosulfatlösung titriert. Nach Angabe der Verfasser ist die Methode anwendbar bis auf 0,0025% Kohlenoxyd.

Ich habe dieses Verfahren ebenfalls auf seine Empfindlichkeit geprüft und dabei gefunden, daß seine Anwendbarkeit bis auf 0,0030% Kohlenoxyd ging. Meine Resultate gibt folgende Tabelle:

Angewandte Menge Kohlenoyyd	1%	0,5%	0,25%	0,05%	0,005%	0,0037%	0,0015%
Gefundene Menge Kohlenoxyd (Mittel von je 3 Versuchen)	0,99%	0,49%	0,23%	0,048%	0,0047%	0,0029%	-⊖-

Von einer Nachprüfung der Spittaschen Methode mußte Umgang genommen werden.

Bei den nun folgenden Untersuchungen über verschiedene Gelegenheitsursachen der Kohlenoxydvergiftung wurde die Anwendbarkeit der erwähnten Methoden weiter nachgeprüft.

1. Untersuchungen an Holzkohlenbecken. In erster Linie stellte ich mir die Aufgabe, die Abgase von Holzkohlenbecken, deren Gefährlichkeit, wie unten erwähnt, gelegentlich unterschätzt wird, zu untersuchen. Schon wiederholt sind Untersuchungen über die Zusammensetzung der Verbrennungsgase solcher Kohlenbecken angestellt worden, und in der diesbezüglichen Literatur wird auch häufig auf die schlimmen Folgen hingewiesen, welche die Anwendung derselben zur Heizung bedingen.

Sachs[1]) führt einen von Becker[2]) erwähnten Vergiftungsfall an, der durch die Anwendung solcher Becken hervorgerufen wurde. Ein Arbeiter, der in der Tiefe eines Brunnenschachtes über einem offenen Becken, das er zur Erwärmung der Lötkolben benutzte, arbeitete, wurde von dem aufsteigenden Kohlenoxyd betäubt und leblos aus dem Schachte herausgezogen.

In einem anderen Falle, den Sachs selbst beobachtete, handelte es sich um eine Frau, die, auf einer Fußbank stehend, Wäsche im Zimmer zum Trocknen aufhängte. Zur Beförderung des Trockenprozesses hatte sie ein Becken mit glühenden Kohlen am Fußboden aufgestellt. Man fand die Frau in bewußtlosem Zustande am Boden liegend.

Nach den Angaben von Sachs sollen Vergiftungen beim Gebrauch von Kohlenbecken in Griechenland und im Orient nicht selten vorkommen. Leider war mir die ausführliche, vorwiegend italienische Literatur über diesen Punkt nicht zugänglich.

Indes ist doch häufig beobachtet worden, daß bei richtiger Behandlung solcher Kohlenbecken keine der Gesundheit schädlichen Verbrennungsgase auftreten sollen. Dafür spräche auch die Tatsache, daß bei dem ausgedehnten Gebrauche der Kohlenbecken in südlichen Ländern, wo diese oft ausschließlich als Heizmittel Verwendung finden, nicht viel mehr Vergiftungsfälle bekannt sind. Vielleicht ist hier auch noch mit dem Faktor zu rechnen, daß die natürliche Ventilation durch die leichtere Bauart der Häuser,

1) Sachs, Kohlenoxydvergiftung 1900, Braunschweig, Vieweg & Sohn.
2) Vierteljahrschrft. f. gerichtl. Medizin u. öffentl. Sanität 1895, S. 20.

durch das Fehlen von Vorfenstern usw. nicht so gehemmt wird, als das bei uns der Fall ist.

Veranlaßt zur Untersuchung der Abgase von Holzkohlenbecken wurde ich seinerzeit namentlich durch eine Schrift von O. Krell[1]). Der Verfasser hat in seiner Schrift die Behauptung aufgestellt, daß bei Anwendung von Kohlenbecken bestimmter Dimensionen, die im alten Rom zur Heizung angewendet wurden und welche auch jetzt noch in südlichen Ländern viel gebraucht werden, beim Verbrennen von Holzkohle kein Kohlenoxyd entstehe. Dabei stützt er sich auf folgenden Versuch.

Die Größenverhältnisse der aufgefundenen römischen Kohlenbecken lassen nach Krell darauf schließen, daß die Holzkohlenschicht in denselben 10 bis höchstens 15 cm betrug.

Um festzustellen, ob unter diesen Verhältnissen eine Bildung von nachweisbaren Mengen Kohlenoxyd möglich sei, wurde auf Anregung von Krell folgender Versuch angestellt. In einem Kohlenbecken aus Schwarzblech wurden Holzkohlen in einer Schichthöhe von 10 bis 15 cm verbrannt. Während drei Stunden wurden 50 l Abgase langsam durch eine Lösung von 1 g Palladiumchlorür in 500 ccm Wasser geleitet. Die Gase wurden vorher durch 20 proz. Natronlauge und destilliertes Wasser gewaschen. Der Verfasser führt nun als Resultat dieser Untersuchung in einer nicht ganz verständlichen Weise folgendes an: „gegen die Mitte des Versuches hatte sich nun erst ein leichtes Metallhäutchen gebildet und erst gegen Ende hatten sich kleine schwarzglänzende Flocken ausgeschieden, die sich aber als stark voluminös erwiesen, da ihr Gewicht nicht festzustellen war. Die Entwicklung des Kohlenoxyds ist eine nur ganz minimale, als Spur zu bezeichnende gewesen."

Zur Nachprüfung der Krellschen Resultate wurden auf Veranlassung von Herrn Prof. Roth schon früher von Herrn P. Wermuth, Chemiker aus Basel, im hygienischen Laboratorium der eidg. technischen Hochschule einige Versuche angestellt, die jedoch aus äußeren Gründen nicht abgeschlossen werden konnten.

Über die Versuchsanordnung, welche von mir im wesentlichen zu meinen Versuchen beibehalten wurde, folgendes:

Als Brennmaterial wurde zu sämtlichen Versuchen Buchenholzkohle angewendet. Das kreisrunde Kohlenbecken bestand aus vorher ausgeglühtem Schwarzblech, es hatte einen Durchmesser von 30 cm und einen 15 cm hohen

1) Krell, Altrömische Heizungen 1901, Verlag von R. Oldenbourg, München und Berlin.

Rand. Die Abgase wurden bei allen Versuchen durch einen Blechtrichter von 32 cm Weite abgefangen, welcher mit einem Absaugerohr von 2,5 cm oberem Durchmesser verbunden war. Die anfängliche Höhe der Kohlenschicht im Becken betrug immer 10 bis 12 cm. Der Abstand der Trichtermündung vom oberen Rand des Kohlenbeckens je nach Versuchsanordnung 3 bis 17 cm.

Die Entzündung der Kohlen wurde stets außerhalb des zu heizenden Raumes vorgenommen und geschah mittels Bunsenbrenner, daselbst wurden die Kohlen auch vor Beginn des Versuches immer ca. 15 Minuten brennen gelassen. Erst nachdem die Kohlen richtig brannten, wurde das Becken in den Versuchsraum gebracht. Analog wird auch in der Praxis bei der Anwendung der Kohlenbecken verfahren, da erfahrungsgemäß die Kohlenoxydmengen anfänglich abnorm große sind.

Die Abgase wurden aus dem Trichter mit der Wasserstrahlpumpe in einen 10 l-Kolben abgesaugt und darin stets nach der Methode von V o g e l Kohlenoxyd nachzuweisen versucht.

Bei den ersten Versuchen wurde das mit den Abgasen geschwänkte Blut vollständig entfärbt, dementsprechend waren im Spektroskop keine Absorptionsstreifen mehr zu beobachten. Um allenfalls die Reaktion störende andere Gase aus den Abgasen zurückzuhalten, wurden nun Waschflaschen mit 10 proz. Schwefelsäure, mit Natronlauge und mit destill. Wasser eingeschaltet und die nicht absorbierten Gase durch eine Blutlösung (1:300) geleitet. Nachdem während 15 Minuten Gas durchgesaugt war, hatte diese Blutlösung einen deutlichen bläulichen Stich angenommen. Sie zeigte im Spektroskop die beiden Absorptionsstreifen deutlich, diese verschwanden auf Zusatz von Schwefelammon nicht, Kohlenoxyd war also nachgewiesen. Der Versuch wurde mit dem gleichen Resultate mehrmals wiederholt.

Auffallenderweise gelang es aber W e r m u t h bei keinem Versuche in den vorher in obiger Weise behandelten in einem Kolben aufgefangenen Abgasen, durch bloßes Schwänken mit Blutlösung, ohne längeres Durchleiten, Kohlenoxyd nachzuweisen.

Die Abgase der Holzkohlenbecken habe ich nach den drei Methoden von W e l z e l, W i n k l e r und V o g e l untersucht und bin dabei folgendermaßen vorgegangen:

Abweichend von der vorhin beschriebenen Versuchsanordnung W e r m u t h s habe ich bei den ersten Versuchen zwischen dem Kohlenbecken und der Flasche, die zur Aufnahme der Gase diente, zwei mit Wasser und Glasperlen gefüllte U-Röhren eingeschaltet, um eventuell mitgerissene Aschenbestandteile aufzuhalten. Die Kohlenschicht im Becken war ca. 10 cm hoch

und ungefähr 12 cm darüber befand sich der Absaugtrichter. Eine stärkere Annäherung desselben wurde absichtlich vermieden, um ein ungehindertes Brennen der Kohlen zu ermöglichen. Bei dieser Versuchsanordnung war ich mir allerdings wohl bewußt, daß nicht nur die Verbrennungsgase der Kohlen, sondern auch ein größeres Quantum Luft abgesaugt wurde. Allein da es sich ja vorerst nur um einen qualitativen Nachweis handelte, konnte dieser Umstand nicht von Belang sein. Das Entzünden der Kohlen wurde wiederum in einem anderen Raume vorgenommen und ebenfalls dort die Kohlen vorerst ca. 10 Minuten brennen gelassen. Das Absaugen der Gase wurde in folgender Weise bewerkstelligt. Eine Flasche von ca. 13 l Inhalt wurde vollständig mit Wasser gefüllt und mit einem doppelt durchbohrten Kautschukpfropfen verschlossen. Die eine Bohrung enthielt ein rechtwinkelig gebogenes Glasrohr, das mittels Schlauch mit den erwähnten U-Röhren in Verbindung stand. Durch die andere Bohrung floß das Wasser ab, nachdem die Flasche umgekehrt auf einen Dreifuß gestellt worden war. Durch einen Schraubenquetschhahn konnte das Abfließen des Wassers und somit auch das Nachsaugen des Gases genau reguliert werden. Es wurden zum Absaugen der 13 l Gas ungefähr eine Stunde gebraucht. Nach dem vollständigen Auslaufen der Aspiratorflasche wurden der Gaszuleitungs- und der Wasserableitungsschlauch mit Quetschhahn und Glasstöpseln verschlossen.

In dem in der Flasche enthaltenen Gasluftgemisch wurde nun versucht, vorerst nach W i n k l e r Kohlenoxyd nachzuweisen. Zu dem Zwecke wurden durch einen in die Bohrung des Propfens gesteckten Scheidetrichter 30 ccm Kupferchlorürkochsalzlösung zugegeben und die Flasche hierauf ca. 5 Minuten vorsichtig umgeschwänkt. Die Prüfung dieser Lösung mit Palladiumchlorür ergab eine tiefschwarze Wolke von reduziertem Palladium. K o h l e n o x y d w a r a l s o n a c h g e w i e s e n.

Bei den nächsten Versuchen wurde der Trichter zum Absaugen der Abgase immer ca. 25 cm über der Kohlenschicht aufgehängt, um dieser ein ganz ungehindertes Brennen zu ermöglichen. Um ferner alle anderen Gase, wie namentlich Schwefelwasserstoff usw., zurückzuhalten, wurden eine Waschflasche mit 20 proz. Natronlauge (zur Aufnahme der entsprechenden Kohlensäure), eine mit Silbernitrat (Schwefelwasserstoff) und eine mit verd. Schwefelsäure (Ammoniak) eingeschaltet und der Versuch mit dieser Anordnung mehrmals wiederholt. Der Palladiumniederschlag wurde nun allerdings bedeutend schwächer, w a r a b e r d e n n o c h i m m e r d e u t l i c h z u e r k e n n e n.

Im weiteren untersuchte ich die auf gleiche Weise über dem Kohlenbecken aufgefangenen Abgase nach der Methode von W e l z e l. Ich ließ nach dessen Vorschrift 20 ccm einer 20 proz. Blutlösung in die mit den gereinigten Abgasen gefüllte 13 l-Flasche fließen und schwänkte einige Minuten sorgfältig um. (Bei diesem Umschwänken soll sich kein Schaum bilden.) Nach dem Versetzen dieser Blutlösung und einer frischen Kontrollblutlösung mit 10 proz. Tanninlösung und nach erfolgtem Umschütteln konnte schon unmittelbar nachher oder noch besser nach etwa zwölfstündigem Stehen ein deutlicher Farbenunterschied im Niederschlag der beiden Röhrchen beobachtet werden.

Während das kohlenoxydfreie Blut mit der Tanninlösung einen graubraunen Niederschlag gab, war derjenige des kohlenoxydhaltigen Blutes mehr bräunlichrot.

Der Nachweis nach Welzel wurde mehrmals wiederholt und ergab stets positive Resultate.

Hierauf wurde versucht, spektroskopisch nach den Angaben von Vogel Kohlenoxyd in den genannten Abgasen nachzuweisen. Dabei zeigten sich nun anfänglich wieder die gleichen Schwierigkeiten, welche schon bei den Versuchen von Wermuth aufgetreten sind. Trotzdem zwischen Kohlenbecken und Gassammelflasche auch hier wiederum die genannten drei Waschflaschen eingeschaltet waren, so wurde die Blutlösung (1 : 300) auch bei sehr sorgfältigem Schwänken im Aspirator bald gelblich und erhielt einen flockigen Niederschlag. Sie zeigte im Spektroskop die charakteristischen Absorptionsstreifen des Hämoglobins nicht mehr.

Diese störende Erscheinung blieb dagegen auffallenderweise wie bei den Wermuthschen Versuchen aus, wenn die gereinigten Gase durch eine Flasche mit der Blutlösung durchgeleitet wurden. Nach 15 Minuten langem Durchleiten bekam diese Blutlösung einen deutlichen Stich ins Bläuliche. Es wurde eine Probe dieses Blutes herausgenommen, mit einem Tropfen Stokesscher Flüssigkeit versetzt, umgeschüttelt und im Spektroskop betrachtet. Die beiden Absorptionsstreifen des Kohlenoxydblutes waren deutlich zu sehen, während sie in einer Kontrollösung auf Zusatz von Stokes' Flüssigkeit verschwunden waren und an ihre Stelle ein bereits verwaschenes Band des reduzierten Hämoglobins getreten war. Damit war also Kohlenoxyd auch mittels dieses Verfahrens deutlich nachgewiesen.

Es wurde nun noch versucht, diejenigen Gase, welche eventuell eine Entfärbung des in der Aspirationsflasche geschwänkten Blutes bewirken könnten, durch vorheriges gründlicheres Waschen mit verschiedenen Flüssigkeiten aus dem Gasgemische zu entfernen.

Zuerst wurde destilliertes Wasser angewendet und dabei folgendermaßen vorgegangen. Es wurden 30 ccm $^1/_{300}$ Blutlösung in den Aspirator eingebracht und 10 Minuten umgeschwänkt. Die Blutlösung wurde vollständig entfärbt und hatte einen schwach gelblichen Stich bekommen. Sie zeigte im Spektroskop keine Absorptionsstreifen. Nachdem alle Blutlösung aus dem Aspirator abgeflossen war, wurden 500 ccm destilliertes Wasser zugesetzt, kräftig umgeschüttelt und über Nacht in der Flasche stehen gelassen. Am andern Morgen wurde nochmals tüchtig umgeschüttelt, darauf das Wasser abfließen gelassen. Es reagierte neutral. Hierauf wurden wiederum 30 ccm Blutlösung zugegeben und diese 10 Minuten lang vorsichtig umgeschwänkt. Auch diese Blutlösung wurde vollständig entfärbt und zeigte keine Absorptionsstreifen mehr. Dieses Auswaschen mit Wasser und das darauffolgende Zugeben von Blutlösung wurde dreimal wiederholt. Erst nach dem dritten Auswaschen wurde das zugesetzte Blut nicht mehr entfärbt. Der Gehalt an Kohlen-

oxyd war aber nun, wohl durch die viermal nacheinander erfolgte Zugabe von Blutlösung, so stark vermindert, daß die vierte, nicht mehr entfärbte Blutlösung kein Kohlenoxyd mehr anzuzeigen vermochte, d. h. die nun wieder deutlich auftretenden Absorptionsstreifen verschwanden auf Zusatz von Stokes' Flüssigkeit und machen dem bekannten breiten Streifen des reduzierten Hämoglobins Platz.

Ein ganz ähnliches Resultat lieferte ein Versuch, die das Blut entfärbenden Gase auf analoge Weise mit verdünnter Schwefelsäure und dazwischen mit destilliertem Wasser (bis dieses nicht mehr sauer reagierte) auszuwaschen.

Bessere Resultate gab dagegen das Auswaschen mit 20 proz. Natronlauge. Es wurden 25 ccm einer 20 proz. Natronlauge zugegeben und 10 Minuten tüchtig umgeschüttelt. Hierauf wurde die Natronlauge abfließen gelassen, fünfmal mit je 200 ccm destill. Wasser ausgewaschen, bis das letzte Waschwasser nicht mehr alkalisch reagierte, dann 25 ccm Blutlösung zugegeben und vorsichtig 15 Minuten lang umgeschwänkt. Die Blutlösung war etwas blasser geworden, aber rot geblieben, die Absorptionsstreifen im Spektroskop waren deutlich zu erkennen. Sie blieben auf Zusatz von Stokesscher Flüssigkeit bestehen, Kohlenoxyd war also auf diese Weise in den Abgasen nachgewiesen.

Dieser Versuch wurde nun mehrmals wiederholt, und es hat sich gezeigt, daß nach dieser Methode das Kohlenoxyd im Kohlendunst deutlich nachweisbar ist.

Nachdem also nun nach W e l z e l und V o g e l Kohlenoxyd nachgewiesen worden war, schien es mir interessant, bei dieser Gelegenheit die beiden Verfahren in bezug auf ihre Empfindlichkeit miteinander zu vergleichen. Dazu hielt ich die folgende Versuchsanordnung für angezeigt.

Direkt an den über das Kohlenbecken gehaltenen Blechtrichter schloß sich eine mit Watte gefüllte Waschflasche zur gründlichen Mischung und Reinigung der Abgase von eventuell mitgerissenen festen Bestandteilen, Asche usw. Diese Flasche stand zur Abkühlung der Abgase in einem hohen, mit kalten Wasser gefüllten Becherglase. Auf sie folgte ein Gabelrohr, durch welches die Abgase je einer mit Wasser gefüllten 12 l-Flasche zugeführt wurden. In der einen wurde nun das Kohlenoxyd nach W e l z e l ohne weiteres Auswaschen nachgewiesen, während die andere zum Nachweis nach V o g e l verwendet wurde. Zwischen diese letztere und das Gabelrohr waren drei Waschflaschen mit 20 proz. Natronlauge eingeschaltet.

Zur Vergleichung der Empfindlichkeit der beiden Verfahren in ihrer Anwendung auf Abgase von Kohlenbecken wurde mit

dieser Versuchsanordnung nun allmählich die Absaugzeit in den verschiedenen Versuchen verkürzt, wodurch offenbar auch die Menge des in den Abgasen enthaltenen Kohlenoxyds im Verhältnis zur mit den Verbrennungsgasen von der Seite her angesaugten Luft eine geringere wurde. Hier suchte ich nun herauszufinden, ob nach einer in bestimmtem Maße abgekürzten Zeit eventuell eines der beiden Verfahren nicht mehr anwendbar sei. Bei den früheren Versuchen hatte das Absaugen der 10 l Abgase immer ca. 30 Minuten gedauert. Bei einer Abkürzung der Absaugezeit auf 10 Minuten zeigten beide Verfahren gleich gute Resultate. Als aber die Absaugung des Wassers mit Zuhilfenahme einer an die Absorptionsflasche angeschlossenen Wasserstrahlpumpe in der Weise beschleunigt wurde, daß sie nur noch 4½ bis 5 Minuten in Anspruch nahm, erwies sich das Welzelsche Verfahren als das bessere, indem dieses den Farbenunterschied von Kohlenoxydblut mit Tanninlösung und gewöhnlichem mit Tanninlösung versetztem Blut noch sehr deutlich zeigte, während bei der Methode von V o g e l auf Zusatz von Stokesscher Flüssigkeit die Absorptionsstreifen nur noch sehr schwach sichtbar blieben.

Das Kohlenoxydtanninblut und das gewöhnliche mit Tanninlösung versetzte Blut verhielt sich auch noch in anderer Weise verschieden. Nach zwölfstündigem Stehen war nämlich der Niederschlag des ersteren immer viel kompakter, er stand bloß halb so hoch im Reagenzglase als der des letzteren.

Die Überlegenheit der Welzelschen Methode über diejenige von Vogel hat sich übrigens auch in den früher besprochenen Versuchen mit reinem Kohlenoxyd deutlich gezeigt (s. S. 82 und 83).

Der Nachweis von Kohlenoxyd in den Abgasen von Kohlenbecken gelang mir übrigens, wie zu erwarten war, auch, als ich die von K r e l l empfohlenen einzelnen Röhren zur Absaugung der Gase benutzte. D. h. ein Röhrenssytem von fünf ca. 1 cm weiten Glasröhren, die an ihrem unteren Ende zu kleinen Trichterchen von ungefähr 4 cm Durchmesser erweitert und gleichmäßig über die ganze Oberfläche der brennenden Kohlen verteilt waren. In der Höhe von ca. 30 cm über den Kohlen vereinigten sich die fünf Röhren in einem gemeinschaftlichen großen Trichter, der dann zur Mischflasche führte. Von dieser gelangten die Gase wie bei den früheren Versuchen durch eine Gabelröhre einerseits direkt zu dem für den Welzelschen Nachweis bestimmten

Aspirator und anderseits durch drei Waschflaschen mit Natronlauge zum Aspirator zum Nachweis nach Vogel. In 5 l Abgasen konnte nach beiden Verfahren auch bei dieser Versuchsanordnung Kohlenoxyd deutlich nachgewiesen werden.

Der Versuch wurde mit dem gleichen Resultate mehrmals wiederholt.

Bei höherer Kohlenschicht gelang es auch Krell, deutlich Kohlenoxyd nachzuweisen. Er fand bei einer Schichthöhe von 33 cm in einem Blechzylinder mit Rost: 0,012%, bei 50 cm Schichthöhe wurden sogar 0,05% Kohlenoxyd gefunden.

Die Verbrennung von Kohlen über einem Rost ist von Meidinger[1]) genau studiert worden. Er führt an, daß der Sauerstoff der durch den Rost eintretenden Luft sich mit dem Kohlenstoff der glühenden Kohle zu CO_2 verbindet, daß dann aber die Kohlensäure auf weitere glühende Kohle trifft und sich dadurch in CO verwandelt.

Solche Bedingungen liegen z. B. bei den zum Austrocknen von Neubauten vielfach verwendeten Kokskörben vor. Unfälle sind bei derartigen Körben schon wiederholt vorgekommen. Ein solcher[2]) betrifft einen Anstreicher, der in einem Zimmer arbeitete, das mit einem Korbofen ausgetrocknet wurde. Bei einem anderen Unfall[3]) fand ein Fabriknachtwächter durch die einem solchen Ofen entströmenden Gase den Tod. Er hatte das Feuer im Korbe selbst angezündet und war wohl daneben eingeschlafen.

Trotz dieser und mancher anderen gefährlichen Wirkung dieser Kokskörbe kommt Spitta[4]) zu dem Schlusse, daß sich in gutventilierten Räumen bei Anwesenheit solcher Kokskörbe höchstens 0,3‰ Kohlenoxyd nachweisen lassen und daher ein bedingungsloses Verbot dieser Heizkörbe nicht angezeigt sei, vorausgesetzt, daß in den zu trocknenden Räumen stets für ergiebigen Luftwechsel gesorgt werde.

---

1) Aus Wolpert: Theorie und Praxis der Ventilation und Heizung, Bd. IV; Die Heizung, S. 16.

2) Bericht der eidg. Fabriks- und Bergwerksinspektoren 1906/07, III, S. 192.

3) Do. 1909/10, III, S. 182.

4) Hyg. Rundschau 1910, S. 1232: Beiträge zur Frage der Gesundheitsschädlichkeit offener Koksfeuer bei ihrer Verwendung zum Austrocknen von Neubauten. Arb. d. k. Ges.-Amtes 34, S. 77.

Heizapparate mit höherer Kohlenschicht, wie sie Krell untersucht hat, finden sich auch in jeder Spenglerwerkstätte, wo sie zum Erhitzen der Lötkolben dienen, und es ist nur zu verwundern, daß, trotzdem hier verhältnismäßig große Mengen Kohlenoxyd auftreten können, nur wenig diesbezügliche Unfälle bekannt gegeben werden.

Aus der hiesigen gewerbe-hygienischen Sammlung stand mir auch ein aus Genua stammendes vasenartiges Kohlenbecken zur Verfügung. Nach meinen Erkundigungen in der genannten Stadt ergab sich, daß diese Art von „Öfen" noch sehr verbreitet ist, und daß zum Heizen derselben ausschließlich die gebrannten Kerne der Oliven, die sog. „Nocoli d'oliva", verwendet werden.

Vorerst wollte ich mich überzeugen, ob bei der Verbrennung dieser Nocoli überhaupt auch Kohlenoxyd entstehe.

Als Vorversuch wurde daher die Verbrennung der Nocoli zuerst in dem bis dahin angewandten Holzkohlenbecken vorgenommen und der Inhalt der zwei daran angeschlossenen Aspirationsflaschen wie gewöhnlich nach Welzel und Vogel untersucht.

Die glühende Nocolischicht war ungefähr 10 cm hoch und 3 cm darüber befanden sich die fünf Trichterröhren zum Absaugen der Verbrennungsgase.

Es wurden drei Versuche vorgenommen, davon zeigte bei zweien die Vogelsche Methode kein, im dritten nur undeutlich Kohlenoxyd an. Ich bemerke hierzu, daß das negative Resultat in diesem Falle nicht auf der gleichen Ursache beruhte, wie sie auf Seite 94 ff. erwähnt wurde, d. h. nicht auf dem Versagen der Methode. Das Blut wurde nach dem Schwänken nicht entfärbt und zeigte auch die Absorptionsstreifen im Spektroskop vor dem Zusatz von Stokes' Flüssigkeit deutlich. Die Menge des entstandenen Kohlenoxyds befand sich aber offenbar unter der Empfindlichkeitsgrenze des Vogelschen Nachweises. Die weit empfindlichere Methode von Welzel wies in allen drei Versuchen deutlich auf das Vorhandensein von Kohlenoxyd in den Abgasen hin.

Der italienische „Ofen" selbst bestand aus einer ca. 60 cm hohen Vase von gebranntem Ton mit einem 50 cm hohen durchbrochenen helmartigen Deckel. Die Nocoli befanden sich in einem in die Vase passenden Eisenblechteller und wurden wie üblich durch glühende Holzkohlen in Brand gesetzt. Nachdem dies

geschehen, wurde der Teller in die Vase eingestellt und diese hierauf mit dem Deckel geschlossen.

Zum Absaugen der Verbrennungsgase dieses Kohlenbeckens habe ich in den Deckel desselben einen umgestülpten Glastrichter eingesetzt und die Abgase durch diesen von den glühenden Nocoli während 40 Minuten abgesaugt. In der einen Absorptionsflasche ließ sich Kohlenoxyd nach dem Verfahren von Welzel bei dreimaliger Wiederholung des Versuches jedesmal deutlich nachweisen, während der Nachweis nach Vogel im Inhalt der anderen Gassammelflasche nur in einem von drei Fällen mit Sicherheit gelang.

Also war auch bei diesen Versuchen der Kohlenoxydgehalt der Verbrennungsgase in zwei Fällen nach Vogel nicht mehr nachweisbar gewesen, er betrug aber in allen Fällen immerhin noch so viel, um nach dem Welzelschen Verfahren deutlich erkannt zu werden.

Zur Vornahme von quantitativen Kohlenoxydbestimmungen in den Verbrennungsgasen eines Kohlenbeckens wurde wie folgt vorgegangen.

Die Kohlen wurden wie gewöhnlich in Brand gesetzt und die Abgase durch den Blechtrichter mittels T-Rohr in zwei gleich große Aspirationsflaschen abgesaugt. Die eine diente zum Nachweis nach Welzel zur raschen qualitativen Kontrolle, in der anderen wurde Kohlenoxyd quantitativ nach Kinnicutt und Sandford bestimmt. Zu dem Zwecke wurde auf die Flasche ein großer mit Wasser gefüllter Tropftrichter aufgesetzt und durch das aus diesem in die Flasche tropfende Wasser das zu untersuchende Gas langsam durch die Kinnicuttsche Apparatur getrieben, so daß die einzelnen Blasen zu zählen waren.

Drei diesbezügliche Versuche gaben folgende Resultate:

1. Kohlenschichthöhe im Kohlenbecken ca. 10 cm, Trichterabstand 10 cm, während 30 Minuten 10 l Glas abgesaugt, gefundene Menge Kohlenoxyd: 0,332%.

2. Anordnung dieselbe. Gefundene Menge Kohlenoxyd: 0,245%.

3. Bei einer Kohlenschichthöhe von 15 cm und sonstiger Anordnung wie oben wurden 0,396% Kohlenoxyd gefunden.

Bei diesem Versuche glimmten die Kohlen nur noch schwach unter der Asche.

Es wurde nun auch ein quantitativer Nachweis in den Verbrennungsgasen des mit Nocoli geheizten italienischen Ofens vorgenommen. Drei Versuche ergaben je nach ½ stündigem Ab-

saugen von 10 l Gas über den gut brennenden Nocoli Kohlenoxydmengen von 0,116, 0,155 und 0,091%.

Aus diesen Zahlen ergibt sich offenbar, daß die Luft beim Heizen mit Nocoli weniger durch Kohlenoxyd verunreinigt wird, als dies durch die Holzkohlen geschieht.

Selbstverständlich kann aus diesen Zahlen niemals direkt auf den Kohlenoxydgehalt der Luft des betreffenden Raumes geschlossen werden, sondern sie geben nur den Kohlenoxydgehalt des direkt über dem betreffenden Apparat abgesaugten Gemenges von Luft und Verbrennungsgasen an.

Es ist mir nur in wenigen Fällen gelungen, aus der Luft des Raumes, in dem irgendein bei meinen Versuchen geprüfter Heizapparat tätig war, quantitativ Kohlenoxyd nachzuweisen, offenbar, weil die Mengen fast immer unter der Empfindlichkeitsgrenze des Kinnicuttschen Verfahrens befanden; wohl aber gelang der Nachweis qualitativ mit dem viel empfindlichereu Palladiumpapier in einigen Fällen.

Die Untersuchung der Zimmerluft in einem Raume von 20,5 qm Grundfläche und 3,10 m Höhe, in dem sich während zwei Stunden der oben erwähnte italienische Ofen, mit Nocoli geheizt, befand, ergab folgendes.

Der Ofen, welcher wie bei früheren Versuchen außerhalb des Zimmers angezündet worden war, stand auf einem Tische, so daß das Kohlenbecken desselben sich etwa in Kopfhöhe befand. Die Außentemperatur betrug 10,2° C, die Temperatur im Raume zu Beginn des Versuches 12,5° C. Die Fenster und der Abzug des Kamins wurden sorgfältig verschlossen und die Türe des Raumes nach zwei Stunden nur geöffnet, um rasch eintreten zu können. Die Temperatur im Raume war auf 21,6° C gestiegen (die im Raume befindliche Dampfwasserheizung konnte während der Dauer des Versuches nicht abgestellt werden), ein unangenehmer Geruch konnte nicht wahrgenommen werden. Es wurden nun zwei mit Wasser gefüllte Flaschen von je 10 l Inhalt zum Auffangen der Zimmerluft ca. 1,50 m über dem Boden, d. h. auf Kopfhöhe und ungefähr 2 m vom Ofen entfernt, ausgeleert. In die eine wurden an Aluminiumdraht zwei Palladiumpapierstreifen (1% $PdCl_2$) gehängt, die andere sollte zum quantitativen Nachweis von Kohlenoxyd dienen. Nach 16 Stunden waren die Streifen schwach geschwärzt, in der zweiten Flasche konnte nach dem Kinnicuttschen Verfahren kein Kohlenoxyd nachgewiesen werden.

Ein zweiter derartiger Versuch wurde mit dem erwähnten Kohlenbecken, das mit Holzkohle geheizt war, in einem anderen Lokale vorgenommen, dessen

Grundfläche 15,60 qm und dessen Höhe 2,80 m betrug. Die Außentemperatur betrug —4° C, die Anfangstemperatur im Raume 1° C und die Endtemperatur (nach zwei Stunden) 9,5° C. Der Raum wurde ausschließlich durch das auf dem Boden stehende Kohlenbecken geheizt. Nachdem das Becken zwei Stunden gebrannt hatte, wurden 2,5 m davon entfernt in Kopfhöhe 5 l Luft gefaßt. Palladiumpapierstreifen wurden darin nach 14 Stunden schwarz. Ein quantitativer Nachweis gelang jedoch nicht. Dagegen konnte in einer zweiten Probe, die an der Decke des Raumes ca. 2,60 m über dem Kohlenbecken in eine 5 l-Flasche abgesaugt wurde und in der Palladiumpapierstreifen schon nach 6 Stunden geschwärzt wurden, 0,004% Kohlenoxyd nachgewiesen werden. Wie a priori zu vermuten gewesen war, ist also der größte Teil des entstandenen Kohlenoxyds mit den warmen Abgasen an die Decke des Raumes gestiegen.

Aus meinen Versuchen über die Verbrennungsgase der Holzkohlenbecken geht somit folgendes hervor:

Entgegen den Angaben von K r e l l läßt sich auch bei niedriger Kohlenschicht (10 bis 15 cm) in den Abgasen Kohlenoxyd qualitativ und quantitativ deutlich nachweisen. Wenn auch die gefundenen Kohlenoxydmengen in der Luft des Raumes in dem das Becken brannte, bei meinen Untersuchungen unter der nach G r u b e r angenommenen Schädlichkeitsgrenze lag, so kann die Anwendung der Kohlenbecken zur Heizung, namentlich in kleinen, schlecht ventilierten Räumen, unter Umständen doch gefährliche Folgen haben.

Eine besondere Art von Kohlenbecken wird gelegentlich speziell in Frankreich zur D r o s c h k e n h e i z u n g angewandt. So werden in Paris zu diesem Zwecke flache Blechzylinder benutzt, die mit einem schubladenartigen Einsatze versehen sind, der zur Aufnahme von B r i k e t t s dient. Auf der Unterseite dieser Heizkörper sind zwei ca. 10 cm lange mit Scheidewand versehene Blechröhren angebracht, die zur Zufuhr der Luft zum Heizmaterial und zur Abfuhr der Verbrennungsgase dienen sollen. Zu dem Zwecke ragen sie durch am Boden der Droschke angebrachte Löcher ins Freie. Nun sind aber diese Röhren durch den von den Rädern abspritzenden Straßenkot gewöhnlich so verstopft, daß die Abgase der brennenden Briketts, wie ich mich selbst überzeugen konnte, andere Austrittswege suchen müssen. Das Entweichen derselben wird dann wohl meistens durch die nicht hermetisch

schließende Aschenschublade erfolgen und auf diese Weise treten die Gase in das Innere der Droschke aus. So sind namentlich die beiden Unfälle zu erklären, welche Brouardel[1]) anführt. Sie betrafen einen in einer Droschke eingeschlafenen Kutscher, welcher an Kohlenoxydvergiftung starb, und einen in einer geheizten Droschke fahrenden Arzt, der sich nur durch rasches Aufreißen der Fenster vor Vergiftung durch die einströmenden Gase retten konnte.

Ein Versuch mit einem solchen, in der hiesigen gewerbehygienischen Sammlung befindlichen Heizapparat lohnte sich deshalb nicht, weil sich die in fahrenden Droschken vorhandenen Versuchsbedingungen nicht herstellen ließen.

2. Untersuchung der Abgase von Bügeleisen. Bekanntlich treten beim Bügeln nicht selten mehr oder weniger gefährliche gesundheitliche Störungen auf, die durch das Einatmen der Verbrennungsgase, welche den Bügeleisen entströmen, hervorgerufen werden.

Weyl[2]) schreibt über die Zusammensetzung der Luft in Schneiderwerkstätten: Die Luftverschlechterung, die bei der Dichtigkeit der Besetzung des Arbeitsraumes und dem geringen Luftraum eintreten muß, wird erhöht durch das Eindringen von Kohlenoxyd (aus den Holzkohlenbügeleisen). Die Analyse der in Kopfhöhe über solchen Bügeleisen entnommenen Verbrennungsgase ergab einen Gehalt an Kohlenoxyd von 0,19 bis 0,25% (nach welcher Methode das Kohlenoxyd bestimmt wurde, ist nicht angegeben).

Es sind Fälle beobachtet worden, bei denen sich mit derartigen Bügeleisen arbeitende Personen allen Mitteln des Arztes trotzende Kopfschmerzen zuzogen, welche bald verschwanden, wenn die Arbeit mit Bügeleisen ausgesetzt wurde.

Daß auch sehr akute derartige Vergiftungen sich ereignen können, beweisen folgende Fälle.

1) Bull. de l'acad. d. sec. 1894, p. 76.

2) Die Krankheiten der Schneider, Dr. Epstein, Weyl, Hdbch. d. Arbeiterkrankheiten 1908, S. 405.

Kominik[1]) gibt an, daß ein Dienstmädchen abends in der Küche mit einem Holzkohlenbügeleisen gebügelt hatte. Sie brachte dann das Eisen in ihren nur 12 cbm großen Schlafraum und legte sich zu Bett. Am Morgen fand man sie tot. Als Todesursache konnte unzweifelhaft Kohlenoxydvergiftung nachgewiesen werden, die nur durch das Bügeleisen verursacht worden war. Einige Monate später ereignete sich am selben Orte ein zweiter Fall, wobei wiederum ein Dienstmädchen den Tod fand. Dieses hatte noch in dem betreffenden Schlafraum gebügelt.

Es schien mir nun von Interesse zu sein, die Mengen Kohlenoxyd kennen zu lernen, welche von Bügeleisen ausströmende Abgase enthalten.

Vorerst wurden die Abgase eines gewöhnlichen Holzkohlenbügeleisens direkt über demselben aufgefangen und in denselben 0,135 bis 0,201% Kohlenoxyd gefunden, in Kopfhöhe über dem Eisen abgesaugt noch 0,076 bis 0,091%. Palladiumpapierstreifen in Flaschen mit solchen Abgasen gehängt, waren nach 5—10 Minuten tiefschwarz.

Hier ist noch zu bemerken, daß die mit den Bügeleisen beschäftigten Personen häufig sich mit dem Kopfe sehr nahe über dem Eisen befinden, so daß die Verbrennungsgase weniger durch Luft verdünnt eingeatmet werden.

Auch bei neueren, oft ziemlich komplizierten Bügeleisen, die mit speziell präpariertem Brennstoff geheizt werden und die nach Angabe der Fabrikanten „geruchlos" brennen, fand ich dicht über dem Bügeleisen Kohlenoxydmengen von 0,124 bis 0,168%, in Kopfhöhe immer noch 0,058 bis 0,061%.

Diese letztgenannten Bügeleisen können also vom hygienischen Standpunkte aus nicht als wesentlicher Fortschritt betrachtet werden. Jedenfalls sind alle Kohlenbügeleisen mit großer Vorsicht zu gebrauchen, und es ist für eine möglichst ausgiebige Ventilation der betreffenden Räume zu sorgen. Ist eine solche wegen

1) Hyg. Rundschau 1911, S. 1232, Kominik. E., Zwei Todesfälle infolge Kohlenoxydvergiftung durch Kohlenbügeleisen, „Der Augenarzt" 1910, S. 264.

Fehlens zweckdienlicher Einrichtungen unmöglich, so wächst natürlich die Vergiftungsgefahr.

Eine praktische Einrichtung wurde zu diesem Zwecke in zwei Gasplättereien im Reg.-Bez. Marienwerder erstellt. Nach den Berichten der dortigen Gewerbeaufsichtsbeamten[1]) wurde in den beiden Etablissements eine künstliche Luftabsaugung eingerichtet. Dabei ergaben Messungen, daß in kleineren Anlagen ein an den Preßluftventilator angeschlossenen Luftstrahlapparat genügt. Für jede Arbeiterin wurden 60 cbm Luft in der Stunde ab- und zugeführt. Diese Einrichtung stellt sich sehr billig. Sie kann außerdem in Wäschereien noch dazu benutzt werden, die abzusaugende Luft durch den Wäschetrockenapparat zu führen und dadurch das Trocknen wesentlich zu beschleunigen.

In Betrieben, in denen die gleichen Personen tagtäglich mit Glätten beschäftigt sind, sollten Kohleneisen keine Verwendung finden.

In großen Glättereien, die eine große Anzahl von Bügeleisen benötigen, werden auch in neuerer Zeit noch sehr häufig Gasbügeleisen angewandt.

Ich habe nun auch Gelegenheit gehabt, die Verbrennungsgase von in Betrieb befindlichen Gasbügeleisen verschiedener Konstruktion zu untersuchen.

Den ersten Versuch führte ich mit der gütigen Erlaubnis des Geschäftsinhabers in einer Fabrikglätterei aus, in welcher die Bügeleisen mit Gasolingas geheizt wurden, und zwar derart, daß das Gas mit Druckluft gemischt durch eine Röhre oben in das Bügeleisen eingeführt wird und hier nach dem Anzünden eine Stichflamme bildet, deren Spitze auf den zu heizenden Boden des Bügeleisens gerichtet ist. In der Flamme selbst wird durch eine zweite Röhre nochmals Druckluft eingeblasen, so daß im Bügeleisen eine kleine, spitze, schwach blaugrünliche Flamme entsteht. Direkt über denselben abgesaugte Gasproben ergaben im Mittel 0,0078% Kohlenoxyd.

Dasselbe Bügeleisen wurde nachher im Laboratorium in genau gleicher Weise mit Leuchtgas und Druckluft geheizt. Bei richtigem

1) Ztschft. f. Gewerbehygiene 1911, S. 159.

Brennen ergaben sich Kohlenoxydmengen von 0,0093 bis 0,0110% in den direkt über dem Bügeleisen abgesaugten Abgasen. Wurde aber absichtlich wenig Druckluft zugelassen, so daß die Flämmchen im Bügeleisen schwach leuchteten und sich gegen den Boden stark verbreiterten, so enthielten die direkt über dem Bügeleisen entnommenen Verbrennungsgase 0,054 bis 0,071% Kohlenoxyd. Die in die Flasche mit den abgesaugten Verbrennungsgasen gehängten Palladiumpapierstreifen waren, als nach 1 Stunde nachgesehen wurde, tiefschwarz.

Aus diesen Resultaten geht deutlich hervor, daß immer eine sorgfältige Regulierung von Gas- und Drucklufthahnen stattzufinden hat, was übrigens in der betreffenden Fabrik der Fall war.

Die Bügeleisen einer anderen Fabrik wurden ebenfalls mit einer Gas-Druckluftmischung geheizt. Die Mischung geschah hier nicht erst in der Flamme, sondern Gas- und Druckluft traten, nachdem sie gemeinsam einen 2,20 m langen Schlauch passiert hatten, in das Bügeleisen ein. Eine weitere Zuleitung von Druckluft in die Flamme fand nicht statt. Die große Länge des Zuleitungsschlauches war durch die erhebliche Länge der zu bügelnden Objekte (Spitzen) bedingt. Im Innern des Bügeleisens trifft die Flamme auf einen ihrer Austrittsöffnung gegenüberliegenden etwas konkaven kleinen Eisenblock, durch den sie gegen den Boden des Bügeleisens verbreitert wird. Das verwendete Gas war D o w s o n g a s.

Um den direkt über dem Bügeleisen abgesaugten Verbrennungsgasen konnten durchschnittlich 0,011% Kohlenoxyd nachgewiesen werden. Die in die aufgefangenen Abgase eingehängten Palladiumpapierstreifen waren über Nacht dunkelgrau geworden.

Da in dieser Fabrik wegen der namentlich im Generatorraume entstandenen Gesundheitsschädigungen an Stelle des Dowsongases Leuchtgas treten sollte, stellte ich im Laboratorium mit den gleichen, aber mit Leuchtgas und Druckluft gespeisten Bügeleisen folgenden Versuch an.

Die Abgase wurden direkt über dem Bügeleisen abgesaugt und ihr Kohlenoxydgehalt quantitativ bestimmt. Es wurden im Mittel 0,009% gefunden.

Sowohl in den betreffenden Fabrikräumlichkeiten als auch im Laboratorium gelang es mir, selbst mittels der qualitativen Methoden nicht, in größerer Entfernung von den Bügeleisen Kohlenoxyd nachzuweisen.

Im Vergleich mit den Holzkohlenbügeleisen sind die Kohlenoxydmengen in den Verbrennungsgasen von mit Gas geheizten Bügeleisen also bedeutend geringer, trotzdem ist aber auch hier eine ausgiebige Ventilation durchaus nötig.

Es hat sich gezeigt, daß die Resultate bei dem mit Dowsongas geheizten Bügeleisen nicht wesentlich schlechtere sind als diejenigen der Gasolinbügeleisen, obschon ersteres Gas bedeutend mehr Kohlenoxyd enthält als das Gasolingas. Jedenfalls können wir aber doch der Verwendung des Dowsongases für diesen Zweck das Wort nicht reden, da leicht aus schlechten Schlauchverbindungen oder sonstigen Undichtigkeiten dieses so überaus giftige Gas (es enthält nach Dowson ca. 25% Kohlenoxyd) in den Raum austreten kann, ohne daß dies, wie beim stark riechenden Leuchtgas sofort bemerkt wird, wenn demselben nicht absichtlich riechende Substanzen, z. B. Karbylamin, beigegeben werden. So berichtet Buchbinder[1]), daß eine größere Anzahl von Plätterinnen vergiftet wurden, nachdem zur Vermeidung von Zug die Exhaustoren abgestellt worden waren. Das zur Vergiftung führende Gas hatte nach der Untersuchung der Gewerbeinspektion 29% Kohlenoxyd enthalten und war in der Plätterei selbst fabriziert worden. Nach dem Unglücksfalle wurden die bisherigen Heizeinrichtungen für die Plätterei durch eine mit städtischem Leuchtgas betriebene ersetzt.

Die Gefahr der Einatmung von unverbranntem Gas (undichte Schläuche, offene Hahnen usw.) fällt natürlich beim Dowsongas doppelt in Betracht.

In hygienischer Beziehung verdienen wohl die elektrisch geheizten Bügeleisen unbedingt den Vorzug, um so mehr als mit dem Strompreis der Betrieb derselben in neuerer Zeit viel billiger geworden ist.

1) Aus einem Obergutachten Lewins, Nr. 6, Med. Klinik 1907.

Die Untersuchung der Abgase eines vor einiger Zeit aufgetauchten, seither aber wiederum aus dem Handel verschwundenen kleinen Gasheizapparates amerikanischen Ursprungs ergab, daß solche Apparate ohne gutwirkende Abzugsvorrichtung vom hygienischen Standpunkt aus nicht zu empfehlen sind.

Die traurigen Unglücksfälle, welche leider nur zu häufig durch Gasbadeöfen verursacht werden, seien hier nur nebenhin erwähnt. Zu eigenen Untersuchungen fehlte mir die Gelegenheit.

3. Untersuchung der Abgase von Gaskaminen. Gaskamine geben wohl seltener zu Kohlenoxydvergiftungen Veranlassung, und doch verdienen auch diese Beachtung.

Es sei hier auf einen Fall, den Sachs[1]) erwähnt, hingewiesen, nach welchem ein junger Mann in einem Hotel bei brennendem, aber rußendem Gasofen tot aufgefunden wurde. In einem anderen ähnlichen Fall kam man durch Nachprüfung zu dem Schluß, daß infolge hermetischen Abschlusses des betreffenden Zimmers und sonstigen schlechten Zugverhältnissen im Schornstein die Flammen durch Kohlensäureanhäufung in der Nähe derselben immer schlechter brannten, dann schließlich teilweise auslöschten, so daß unverbranntes Leuchtgas in den Raum austrat.

Glücklicherweise sind derartige Fälle selten. Leichtere Erkrankungen aus dieser Ursache werden gewöhnlich nicht publiziert und ist infolgedessen die Häufigkeit derselben nicht zu beurteilen.

Folgender Fall, den Prof. Roth hier in Zürich beobachtete, sei erwähnt. Im Wohnzimmer eines hiesigen Privathauses wurde ein großer Gaskamin aufgestellt. Bald darauf traten bei den Insassen des Zimmers heftige, lange andauernde Kopfschmerzen auf, die erst wieder verschwanden, als der Kamin außer Betrieb gesetzt wurde und dann die höchst mangelhafte Verbindung mit dem Schornstein, infolgederen, wie eine Untersuchung zeigte, ein Teil der Abgase in den Raum austraten, verbessert worden war.

1) l. c., S. 172.

Ein solcher Gasaustritt kann übrigens gelegentlich auch aus anderen Gründen erfolgen. Es können außer falscher Montage auch Mängel in Gaskaminen selbst in Betracht kommen. Ich möchte hier auf einen Fehler aufmerksam machen, der nicht so selten sein dürfte. Wir beobachteten in einem Privathause folgendes: In einem Raume, in dem ein sog. Reflektorofen stand, war hier und da Gasgeruch bemerkt worden. Wie bekannt, tritt das Gas bei solchen Öfen aus einem mit zwei Reihen feiner Löcher versehenen Rohre aus. Die Entzündung geschieht durch eine Stichflamme. Nun wurde schon längere Zeit beobachtet, daß das Gas, welches aus dem von der Stichflamme am weitesten abliegenden Teile des Rohres ausströmte, durch diese nicht mehr entzündet wurde, wobei vielleicht eine zu erhebliche Größe eines Teiles der Ausströmöffnungen oder zu schwacher Druck mit im Spiele ist. Es handelte sich nun darum, zu untersuchen, ob bei solchen Vorkommnissen trotz des am Ofen angebrachten Abzuges unverbranntes Leuchtgas in den zu heizenden Raum ausströmen könne.

Bei diesem Gaskamin wurden, während an den vier hinteren, von der Stichflamme am weitesten entfernten Öffnung keine Zündung stattgefunden hatte, direkt über dem Kamin 5 l Luft entnommen und diese auf Kohlenoxyd untersucht. Sie enthielten als Mittel von drei Versuchen 0,037% Kohlenoxyd. Es trat also trotz des Abzuges Kohlenoxyd in dem Raum aus, und es war in demselben, nachdem der Ofen einige Zeit gebrannt hatte, ein deutlicher Gasgeruch wahrnehmbar.

Auch bei einem zweiten Gaskamin konnte ich dieselbe Wahrnehmung machen, daß oft beim Anzünden mit der erwähnten Zündvorrichtung nur ein Teil der Flämmchen brannte. An anderen solchen Heizapparaten gleicher Konstruktion funktionierte die Zündvorrichtung dagegen tadellos. Ich vermag somit nicht zu sagen, ob das erwähnte Vorkommnis häufig auftritt, möchte aber trotzdem die Fabrikanten solcher Gaskamine auf dasselbe aufmerksam machen. Diese Erscheinungen sind übrigens ein erneuter Beweis, wie wichtig es ist, auch die Abzüge dieser für manche Verhältnisse so außerordentlich praktischen Heizvorrichtungen

richtig zu gestalten. Wertvolle diesbezügliche Winke finden sich bei Buchbinder[1]).

Ein einfaches Mittel, das von jedermann angewendet werden kann, um zu untersuchen, ob Verbrennungsgase und unter Umständen auch unverbranntes Leuchtgas in den Raum austreten, ist folgendes:

Ein an einem Drahte oder auf einem Stück Blech befestigtes Räucherkerzchen wird an einem der Flämmchen entzündet und direkt neben diesem einige Minuten lang belassen. Bei mangelhafter Funktion des Abzuges treten dann die stark riechenden Verbrennungsprodukte des Räucherkerzchens in den Raum aus, was bei ausgiebigem Zuge, d. h. bei vollständiger Absaugung der Verbrennungsgase nicht der Fall ist.

Wir haben wiederholt die leichte Anwendbarkeit dieser Prüfungsweise konstatiert. So zeigte sich bei dem Gaskamin, über dem ich Kohlenoxyd nachgewiesen hatte, im Raume sofort ein starker Geruch, als ich ein Räucherkerzchen an einem der Flämmchen entzündete.

An einem anderen gleichkonstruierten größeren Gaskamin, bei dem alle Flammen brannten, war weder qualitativ noch quantitativ Kohlenoxyd in der direkt über dem Ofen gefaßten Luft nachzuweisen.

4. Untersuchung der Abgase von durch Kochgefäße gekühlten Flammen. Eine andere gewöhnlich ebenfalls wenig gewürdigte Quelle der Luftverunreinigung durch Kohlenoxyd sind Gasheizapparate, bei denen Flammen gegen kalte Flächen, z. B. gegen den Boden von mit kaltem Wasser gefüllten Gefäßen, treffen. Wahneau[2]) berichtet von vier zufälligen Kohlenoxydvergiftungen, die dadurch entstanden, daß die Gasflammen von nicht mit Abzugrohren versehenen Gasbadeöfen an den Wänden des zu erwärmenden Wasserbehälters abgekühlt worden waren. Zwei der Vergiftungen waren anfänglich als Mord und Selbstmord gedeutet worden.

1) l. c., S. 1.

2) Vierteljahrsschrift f. ger. Medizin 1899, S. 314, Kohlenoxydvergiftungen durch Gasbadeöfen.

Es sind schon durch Haber[1]) diesbezügliche Versuche gemacht worden. Er zeigt, daß wirklich Kohlenoxyd auftritt, wenn der Boden eines Gefäßes, auf den die Flamme trifft, genügend abgekühlt erhalten bleibt. Ferner führt er an, daß der Kohlenoxydgehalt der Abgase namentlich auch durch den Gehalt an Primärluft bedingt sei, daß dieser steigt mit fallendem Gehalt an Primärluft.

Bei eigenen Versuchen über den Kohlenoxydgehalt derart gekühlter Flammen bin ich zu folgenden ganz ähnlichen Resultaten gekommen.

Die Flamme eines großen Bunsenbrenners wurde durch ein Gefäß mit 4½ l Wasser gekühlt, und zwar in der Weise, daß während des Brennens das Wasser durch Abhebern fortwährend erneut wurde. Die Mündung des Brenners befand sich 5 cm unter dem Boden des Wassergefäßes. Die Verbrennungsgase wurden durch einen weiten Zylinder, der das Gefäß umgab und oben in einem Trichter endigte, abgesaugt. Wenn der Brenner mit vollständig nicht leuchtender Flamme brannte, so waren in den Verbrennungsgasen im Mittel 0,039% Kohlenoxyd nachzuweisen. Haber fand bei einem ähnlichen Versuche unter denselben Bedingungen 0,04% Kohlenoxyd.

Bei einem zweiten Versuche, bei dem der Brenner infolge mangelhafter Luftzufuhr eine unruhige, stark leuchtende Flamme bildete, ergaben sich im Mittel in den Verbrennungsgasen 0,582% Kohlenoxyd. Bei einem diesem Versuche ungefähr entsprechenden Versuche von Haber fand dieser 0,73% Kohlenoxyd in den Abgasen.

Das Auftreten von Kohlenoxyd in den Abgasen von gekühlten Flammen mag auch bei den Gaskochherden eine Rolle spielen. So ist ein Fall von Massenerkrankung in einer Volkskochschule in Mainz vom Jahre 1906 bekannt, bei dem eine größere Anzahl von Schülerinnen durch die den Gaskochherden entströmenden Gase vergiftet wurde. Dabei kommt nun außer

1) Experimentaluntersuchungen über Zersetzung und Verbrennung von Kohlenwasserstoffen. B. Untersuchung über die Verbrennung des Leuchtgases in gekühlten Flammen und in Gasmotoren. Habilit. Schft. München 1896.

dem Primärluftgehalt der Flamme (H a b e r) auch der Durchmesser des auf die Flamme gestellten Gefäßes in Betracht, was folgende von mir angestellte Versuche beweisen.

Es wurden nacheinander zwei verschiedene große Gefäße mit Wasser aufgesetzt.

Im ersten Falle fand ein solches von 10 cm Durchmesser und ca. $^3/_4$ l Inhalt Verwendung. Bei diesem war naturgemäß die Abkühlung, welcher die Flamme ausgesetzt war, geringer, ebenso wurde der natürliche durch den Auftrieb der warmen Gase entstehende Zug weniger gehindert als durch das zweite Gefäß, dessen Durchmesser 30 cm und dessen Inhalt $4^1/_2$ l betrug. Dies drückte sich denn auch deutlich in den jeweiligen Kohlenoxydmengen der abgesaugten Verbrennungsgase aus.

Beim Aufsetzen des kleinen Gefäßes auf den kleinsten Kranzbrenner eines Gasherdes enthielten die Verbrennungsgase 0,0057%, während für das größere Gefäß in denselben 0,0086% Kohlenoxyd nachgewiesen werden konnten. Das Absaugen der Verbrennungsgase hatte $2^1/_2$ Minuten gedauert, in dieser Zeit erwärmte sich das Wasser im kleinen Gefäße um 2,5° C, das im großen um 1,4° C. Die Differenz der Erwärmung während des Versuches war somit eine geringe, und es dürften daher die verschiedenen Kohlenoxydmengen in der Tat auf den verschieden großen Durchmesser der aufgesetzten Gefäße zurückzuführen sein.

Diese Abkühlung von Gasheizflammen kommt noch viel mehr in Betracht bei den in vielen Küchen und auch in Laboratorien angewendeten sog. S c h n e l l w a s s e r w ä r m e r n. Diese Apparate bestehen bekanntlich, wenigstens die größeren Modelle, aus einer gewöhnlich senkrecht stehenden in mehr oder weniger zahlreichen Windungen spiralförmig angelegten Kupferröhre, die mit der Wasserleitung in Verbindung steht. Unter dem durch die Windungen gebildeten Hohlraum befindet sich ein großer Bunsenbrenner. Über das Ganze ist ein Mantel aus Kupferblech gestülpt, durch dessen obere Öffnung die Verbrennungsgase häufig frei in den Raum austreten. Auch hier findet also eine Abkühlung der Heizflamme statt, die um so größer ist, als fortwährend neues kaltes Wasser in die Heizspirale einströmt. Die

Abkühlung der Flamme wird also besonders an der Einflußstelle des Wassers eine bedeutende sein. Es wurden nun bei einem solchen Schnellwasserwärmer oberhalb der oberen Öffnung, so weit entfernt, daß der natürliche Zug nicht gehindert werden konnte, durch einen Glastrichter die Verbrennungsgase in eine 5 l-Flasche abgesaugt.

Die folgenden Zahlen ergeben, daß wie zu erwarten stand, der Kohlenoxydgehalt der Verbrennungsgase bedeutend größer ist, wenn das Wasser rasch durch den Apparat zirkuliert und sich also nur schwach erwärmt, als dann, wenn der Wasserhahn nur wenig geöffnet wird, demzufolge nur eine geringe Menge Wasser den Apparat passiert und denselben beinahe siedend verläßt. Im ersten Falle wies ich Kohlenoxydmengen von 0,0073 bis 0,0087% in den Verbrennungsgasen nach, während im zweiten Falle quantitativ überhaupt kein Kohlenoxyd nachweisbar war, wohl aber zeigten in die aufgefangenen Verbrennungsgase gehängte Palladiumpapierstreifen nach ca. 24 Stunden durch schwache Graufärbung die Anwesenheit von äußerst geringen Mengen Kohlenoxyd an.

Immerhin geht aus diesen Versuchen hervor, daß auch solche Apparate bei starker Beanspruchung mit einem Abzug zu versehen sind. Je größer die Apparate bzw. die Brenner sind, je mehr Wasser erwärmt werden soll und je kleiner der Raum ist, in dem solche Apparate untergebracht werden, desto eher können sie, wenn keine Abzüge vorhanden sind, zu Gesundheitsstörungen Anlaß geben. Daß solche auftreten können, geht aus einem von Prof. Roth beobachteten Fall hervor, indem das Küchenpersonal häufig über Kopfschmerzen klagte, bis an dem Warmwasserapparat ein Abzug ins Freie angebracht wurde.

5. Luftuntersuchung in einer Dowsongasanlage. Das schon früher (siehe Bügeleisen) erwähnte Dowsongas wird ganz besonders zur Speisung von Gasmotoren verwendet. Die große Giftigkeit dieses Gases beleuchten am besten die Angaben von Fürst, der auf New York allein 184 tödliche Vergiftungen für die Jahre 1880 bis 1888 rechnet. Es ist daher beim Gebrauche dieses Gases, das allerdings bei uns nicht im gleichen

Maße Anwendung findet, große Vorsicht geboten, wie neben vielen schon bekannten Fällen noch die folgenden beweisen.

Bei einem dieser Unfälle[1]) ist ein Arbeiter, der mit der Reparatur eines Rohres beschäftigt war, in dem sich nach Abschluß der Zuleitung noch Gas befand, eines plötzlichen Todes gestorben, und zwar, wie die chemische Untersuchung des Blutes nach Vogel und nach Welzel bestätigte, durch Kohlenoxyd.

Ein anderer Todesfall bei einer Sauggasmotoranlage[2]) kam in einer Fabrik für schmiedbaren Guß vor. Dabei wurden zwei Arbeiter durch die giftigen Gase des Saugmotors getötet. Der Motor war nach einer Reparatur probeweise in Betrieb gesetzt worden, wobei sich an einer Rohrleitung, die in einem engen Kanal lag, Undichtigkeiten zeigten. Der eine der Verunglückten stieg in den Kanal ein und wurde auf diese Art vergiftet, das gleiche Schicksal traf den zweiten Arbeiter, der ihm zu Hilfe kommen wollte und ihm in den Kanal nachstieg.

Die Giftigkeit des Sauggases wird auch durch folgenden eigenartigen Unfall bestätigt[3]). Ein in einer Mühle beschäftigter Telephonarbeiter wurde auf einem Abort tot aufgefunden. Als Todesursache wurde Vergiftung durch Kohlenoxyd festgestellt. Es ergab sich, daß bei der einige Zeit vorher stattgefundenen Einrichtung einer Sauggasanlage das zwischen Reiniger und Motor befindliche Gasableitungsrohr statt über das Dach am Fußboden seitlich hinausgeführt worden war. Später hatte man dann ohne auf dieses Rohrende zu achten, über ihm einen Abort angelegt.

Ein weiterer solcher Fall[3]) betraf einen im Generatorraum einer Fabrik beschäftigten Heizer, welcher nach seinen eigenen Aussagen zu wiederholten Malen von Unwohlsein befallen wurde, einmal mußte er sogar bewußtlos aus dem Raume hinausgetragen werden. An Ort und Stelle machte ich folgende Beobachtungen. Der Gasmotor befand sich im Kellergeschoß der Fabrik, in dieses ist ein kleiner Raum von ca. 13,5 cbm Inhalt eingebaut, der zur Aufnahme des Dowsongasgenerators diente. Dieser Raum war durch eine eiserne Tür vom übrigen Kellergeschosse abgeschlossen. In einer Wand war ein vom Fabrikmotor angetriebener Ventilator angebracht, der zur Erneuerung der Luft im Generatorraume diente. Ich habe nun, bei angelehnter Tür in Kopfhöhe, zwei Proben von je 5 l Luft aus diesem Raume entnommen, und zwar war beim Fassen der ersten Probe der Ventilator in Tätigkeit, während derselbe bei Entnahme der zweiten Probe abgestellt wurde. Letztere Versuchsbedingungen entsprachen in Wirklichkeit den Verhältnissen in der Mittagspause, während welcher der Heizer (nach eigener Aussage) im Generatorraume mit dem Entleeren oder Neufüllen des Ofens beschäftigt war. Zu dieser Zeit war der Fabrikmotor und damit auch der Ventilator abgestellt.

---

1) Nach privater Mitteilung von Herrn Fabrikinspektor Dr. Wegmann.

2) Jahresbericht der württemberg. Gew.-Aufs.-Beamten 1910, S. 61; Mitteilg. des Institutes für Gew.-Hyg. (Sozialtechnik) 1911, S. 112.

3) Zeitschrift f. Gewerbehygiene 1909, S. 297.

Es wurden folgende Resultate bei der Untersuchung der gefaßten Gasproben erhalten:

Flasche 1: Luft aus dem Generatorraum, die Temperatur betrug in diesem 29° C, die Außentemperatur 21° C, die Absaugzeit ca. 5 Minuten, der Inhalt der Flasche 5 l. Der Ventilator war im Betrieb, die Türe zum Raume angelehnt.

Gefundene Menge Kohlenoxyd 0,0029% (nach Kinnicutt und Sandford bestimmt).

Palladiumstreifen waren nach 24 Stunden schwarz geworden.

Flasche 2: Ebenfalls Luft aus dem Generatorraum, die Temperatur im Raume betrug 29° C, die Außentemperatur 21° C, die Absaugzeit 5 Minuten und das Volumen der Flasche 5 l. Der Ventilator war abgestellt worden, die Türe zum Raume blieb angelehnt.

Gefundene Mengen Kohlenoxyd 0,0048%.

Palladiumstreifen waren, als nach zwei Stunden nachgesehen wurde, tiefschwarz geworden.

Dieser gefundene Kohlenoxydgehalt ist zwar noch unter dem Grenzwerte von Gruber. Doch ist nicht mit Bestimmtheit auszuschließen, daß unter Umständen auch geringere Mengen schädlich wirken können. Natürlich kann zur Zeit, als der Heizer die Unfälle erlitt, der Kohlenoxydgehalt der Luft im Generatorraume auch ein größerer gewesen sein, namentlich in unmittelbarer Nähe des Gasgenerators, an dem der Heizer zu tun hatte.

Diese und viele andere Beispiele (siehe auch das eingangs erwähnte Referat von Wilke) zeigen uns, daß man mit diesem Gase nicht vorsichtig genug sein kann. Namentlich sollten Räume, in denen solche Gasgeneratoren untergebracht sind, geräumig und stets gut ventiliert sein. Ventilatoren, die zeitweise, und sei es auch nur ganz vorübergehend, abgestellt werden, sind in sonst nicht ventilierten Räumen mit gefährlichen Luftbeimengungen immer eine prekäre Sache.

6. Untersuchung der Auspuffgase von Gasmotoren. Daß auch die Auspuffgase von Gasmotoren unter

Umständen verhältnismäßig große Mengen Kohlenoxyd enthalten können, ist schon seit geraumer Zeit bekannt. Man weiß auch, daß bei voller Belastung des Motors eine vollständige Verbrennung der Gase stattfindet, daß dagegen nicht ungefährliche Mengen von Kohlenoxyd auftreten, wenn die Explosion mit verminderter Intensität vor sich geht. Letzteres kommt bei gasarmer Füllung des Motors, also besonders bei Leergängen vor. Es hat darüber H a b e r ebenfalls Versuche angestellt, und zwar an zwei Otto-Gasmotoren der Deutzer Fabrik.

Der erste war ein vierpferdiger Motor älterer Konstruktion mit Flammenzündung. Der zweite ein Ventilsteuerungsmotor neuerer Konstruktion, Type E. V., zweipferdig mit Glührohrzündung.

Die Auspuffgase enthielten Kohlenoxyd, beim erstgenannten Motor 0,128% und 0,161%. Der zweite Motor gab in seinen Auspuffgasen 0,058% Kohlenoxyd ab.

Wegen dieses hohen Gehaltes an Kohlenoxyd sind diese Verbrennungsgase sehr gesundheitsschädlich und können schwere Vergiftungen hervorrufen.

Es liegt nun nahe, daß auch die Auspuffgase von B e n z i n - und P e t r o l m o t o r e n bei mangelhafter Verbrennung Kohlenoxyd enthalten können und infolgedessen ebenfalls zu Vergiftungserscheinungen Anlaß geben.

Folgender Unfall, dessen Kenntnis ich Herrn Fabrikinspektor Dr. W e g m a n n[1]) verdanke, beruht auf Vergiftung durch solche Abgase.

Der betreffende Unfall, der eine ganze Reihe von Personen betraf, passierte in einem Etablissement, in dem zum Betriebe der Arbeitsmaschinen ein B e n z i n m o t o r in einem Kellerlokale aufgestellt war, welches durch ein Fenster mit dem Freien kommunizierte. Der Motor warf schon seit einiger Zeit viel Gas aus. Die Auspuffgase gelangten in dem stark erwärmten Gebäude, das wohl wie ein Aspirator auf das Souterrain wirkte, in die oberen Lokale, in denen eine größere Zahl von Arbeitern beschäftigt war. Schon am ersten Tage, an dem dies der Fall war, sind hier verschiedene Fälle von Unwohlsein vorgekommen, am zweiten Tage erschien aber alles wieder zur Arbeit. Das

1) Siehe auch Berichte der Eidg. Fabrikinspektoren 1904/5, S. 44 u. 45.

1) Berichte der eidg. Fabrik- und Bergwerksinspektoren 1906/07, S. 32.

Unwohlsein trat dann aber intensiver auf, und es mußten einzelne die Arbeit verlassen. Der Arbeitgeber sorgte nun für ganz prima Benzin und ließ am vierten Tage morgens die Arbeit wieder beginnen. Schon im Laufe des Vormittags traten bei einigen Arbeitern sehr heftige Vergiftungserscheinungen auf, so daß gegen Mittag die Arbeit bis auf weiteres eingestellt werden mußte.

Die meisten Betroffenen klagten über heftige, beinahe unausstehliche Hinterhauptsschmerzen und Schwindel, daneben bestand allgemeine Abgeschlagenheit, Schwäche und Appetitlosigkeit. Auch hartnäckiges Erbrechen und unregelmäßige Herztätigkeit wurden beobachtet. Einige erholten sich rasch etwas, sobald sie ins Freie kamen, andere dagegen blieben mehr oder weniger lange arbeitsunfähig.

Acht Arbeiter und Arbeiterinnen mußten in ärztliche Behandlung treten, dieselben blieben 2 bis 24 Tage arbeitsunfähig.

Am schwersten geschädigt war derjenige Arbeiter, der den Motor zu besorgen und sich fast beständig bei diesem aufzuhalten hatte. Bei ihm zeigten sich unter anderem äußerst heftige Schmerzen in den Rückenmuskeln, so daß er fünf Wochen nach dem Unfalle noch nicht als vollständig geheilt betrachtet werden konnte.

Weitere Unfälle ereigneten sich in einer Fabrik, in welcher das Auspuffrohr eines Benzinmotors in den Ablauf der Turbine mündete. Dieser Ablaufkanal ging unter dem Dampfkesselhaus durch. An zwei Stellen befanden sich dort weitere Wasserabläufe in denselben. Nacheinander wurden drei Arbeiter bewußtlos bei diesen Öffnungen gefunden. Nachdem der Auspuff geändert worden war, fanden keine Unglücksfälle mehr statt.

Ich habe Gelegenheit gehabt, in einer anderen Fabrik die Auspuffgase eines Benzinmotors zu untersuchen. Der Geschäftsinhaber machte mir über den Motor folgende Mitteilungen. Der Motor ist 38 pferdig, besitzt elektrische Zündung und ist mit einer Steuerung System Capitaine versehen.

Die Entnahme von Gasproben bewerkstelligte ich in folgender Weise. Am Kondenstopfe, der in die Auspuffleitung eingeschaltet war, wurde eine Schraube herausgenommen und hier eine enge Röhre dicht eingesetzt. Diese Röhre stand durch einen kurzen Kautschukschlauch mit einem rechtwinklig gebogenen kurzen Glasrohre in Verbindung, welches durch einen gut schließenden Pfropfen in eine mit Wasser gefüllte 5 l-Flasche eingeführt wurde. Durch die andere Bohrung des Pfropfens führte ein bis an den Boden der Flasche reichende zweites Glasrohr. Durch den Druck der einströmenden Auspuffgase wurde das Wasser durch das zweite Glasrohr aus der Flasche ausgetrieben. Nachdem die Flasche mit Gas gefüllt war, wurde der Pfropfen mit Draht festgebunden, darüber eine Gummikappe gezogen (vorher waren die Bohrungen des Pfropfens mit Glasstäben verschlossen worden) und die Gase nachher im Laboratorium nach dem Kinnicutt-Sandfordschen Verfahren auf Kohlenoxyd geprüft.

Ich habe aus den Abgasen des oben beschriebenen Benzinmotors an zwei Tagen drei Proben entnommen und in diesen Kohlenoxydmengen von 0,147, 0210 und 0,232% gefunden.

Diese Zahlen ergeben, daß die Auspuffgase ziemlich reich an Kohlenoxyd sind, doch ist hier zu beachten, daß diese Resultate sich nicht auf durch Luft verdünnte Gase beziehen, sondern die Verhältnisse angeben, wie sie im Kondenstopfe und in der Auspuffleitung sich finden.

Gewöhnlich wird man es ja mit Auspuffgasen, die mit Luft gemischt sind, zu tun haben, doch auch derartig verdünnte Gase können unter Umständen, wie die oben angeführten Beispiele beweisen, recht unangenehme Folgen haben.

Auch die Abgase von Petrolmotoren vermögen schwere Vergiftungen hervorzurufen, was aus dem folgenden Vorkommnis hervorgeht[1]).

Im Motorlokale einer Fabrik machte sich ein eigentümlicher Geruch bemerkbar. Schon am Vormittage des Tages, an dem der Unfall passierte, mußten ein Arbeiter und zwei Arbeiterinnen, welche in dem betreffenden und im Nebenlokale arbeiteten, wegen Unwohlsein und Kopfschmerzen die Arbeit aufgeben. Am Abend ereignete sich ein schwerer Unfall bei einem anderen Arbeiter. Derselbe wurde leblos auf dem Boden liegend aufgefunden. Wiederbelebungsversuche waren nach einer Viertelstunde von Erfolg begleitet. Der Arbeiter blieb aber noch während vier Stunden bewußtlos und war erst nach vier Tagen wieder arbeitsfähig. Nach der Aussage des behandelnden Arztes handelte es sich um eine typische Kohlenoxydvergiftung.

Als Ursache des Unfalles wird folgendes angegeben. In der Auspuffleitung wurde infolge Installation einer elektrischen Anlage ein Knie angebracht, an dessen tiefster Stelle sich Kondenswasser angesammelt hatte. Dadurch wurde das Austreten der Auspuffgase ins Freie verhindert. Ähnlichen Vorkommnissen begegnete man durch Anbringung eines Schlammhahnes im Knie des Auspuffrohres.

Da sich die Verhältnisse in der betreffenden Fabrik inzwischen geändert hatten, wurde davon abgesehen, an Ort und Stelle die Verbrennungsgase des Petrolmotors zu untersuchen.

---

1) Privatmitteilung von Herrn Fabrikinspektor Dr. Wegmann. Siehe auch Berichte der eidg. Fabrikinspektoren 1904/05, S. 44.

Folgende Untersuchung habe ich an einem anderen Petrolmotor vorgenommen. Dieser war zwölfpferdig und besaß eine Flammenzündung.

Die Entnahme der Verbrennungsgase geschah wiederum an dem in die Auspuffleitung eingeschalteten Kondenstopfe, und zwar auf dieselbe schon beim Benzinmotor beschriebene Art. Palladiumpapierstreifen färbten sich in diesen Verbrennungsgasen tiefschwarz. Eine quantitative Untersuchung zweier Proben ergab Kohlenoxydmengen von 0,307 und 0,348%.

Bei Gasen von so hohem Kohlenoxydgehalt ist jedenfalls aufs peinlichste für vollständige Ableitung derselben ins Freie zu sorgen. Zudem ist eine ausgiebige Ventilation der Räume, in denen solche Gasmotoren aufgestellt sind, sehr angebracht.

* * *

Zum Schlusse seien hier die Hauptergebnisse meiner Untersuchung kurz zusammengestellt:

1. Der Nachweis von Kohlenoxyd im Kohlendunst nach der Methode von Vogel gelingt nur dann, wenn gewisse neben Kohlenoxyd vorhandene Verbrennungsprodukte vorerst entfernt werden, was z. B. durch gründliches Auswaschen mit Natronlauge geschehen kann.

2. Die Reaktion mit Palladiumchlorürpapier ist bei geeigneter Konzentration der Lösung und Ausführung eine sehr empfindliche. Die Empfindlichkeit wird noch wesentlich erhöht durch Befeuchten desselben mit einer 5 proz. Natriumazetatlösung.

3. Die quantitative Methode von Kinnicutt und Sandford ist derjenigen von Nicloux-Deprez vorzuziehen und gibt sehr befriedigende Resultate.

4. Die Verbrennungsgase von Holzkohlenbecken, von Droschkenheizapparaten und in den erwähnten italienischen Kohlenbecken enthalten qualitativ und quantitativ nachweisbare Mengen Kohlenoxyd, auch bei niedriger Kohlenschicht (10 bis 15 cm).

5. Gasbügeleisen geben bedeutend weniger Kohlenoxyd in die Luft ab als Kohlenbügeleisen; doch ist auch beim Gebrauche der ersteren Vorsicht am Platze.

6. Gaskamine können bei Konstruktions- und Installationsfehlern trotz des vorhandenen Abzuges unverbranntes Leuchtgas in den zu heizenden Raum abgeben.

7. Gaskochherde können ebenfalls Kohlenoxyd produzieren. Es spielt hier unter Umständen auch die Größe und die Gestalt der verwendeten Kochgefäße eine Rolle.

8. Eine weitere Kohlenoxydquelle sind die Schnellwasserwärmer mit Gasheizung. Größere derartige Apparate sollen mit einem Abzug versehen sein.

9. Dowsongasanlagen können zu ernsten Vergiftungen Veranlassung geben. Die Generatorräume sollen geräumig und mit gut funktionierenden Ventilationseinrichtungen versehen sein.

10. Die Giftigkeit der Auspuffgase von Benzin- und Petrolmotoren wird durch meine Untersuchungen bestätigt. Es ist daher aufs sorgfältigste für vollständige Ableitung derselben ins Freie zu sorgen; ebenso sollten Räume, in denen solche Gasmotoren aufgestellt sind, stets gut ventiliert werden.

Sind die gehärteten Öle für den menschlichen Genufs geeignet?[1])

Von
Dr. med. **Philipp O. Süfsmann** aus Nürnberg,
Assistent am Hygienischen Institut.

(Aus dem Hygienischen Institut der Universität Würzburg.)

(Bei der Redaktion eingegangen am 13. August 1914.)

Das wichtigste Ereignis auf dem Gebiete der Speisefettversorgung des Menschen war seit der Erfindung der Margarine sicherlich die Einführung der tropischen Pflanzenfette, wie sie um die Wende des 19. Jahrhunderts zuerst von Dr. Schlink in großem Maßstabe betrieben wurde. Bei der Ausbeutung der in Betracht kommenden, meist in ihren Früchten viel Fett enthaltenden Pflanzen (Palmenarten, Baumwollstaude, Erdnuß, Sesam u. a.) wird neben einem gewissen Prozentsatz festen Fettes ein meist größerer Anteil flüssiger Öle gewonnen. Während die festen Fettprodukte alsbald in tadelloser Qualität auf den Markt gebracht wurden, so daß sie sich im Publikum leicht Eingang verschafften, stand der Einführung des flüssigen Anteils die Geschmacksrichtung fast der ganzen Kulturwelt entgegen, welche eben die festen Fettsorten entschieden bevorzugt. Daß neben dem speisefettbedürftigem Publikum auch die beiden anderen hauptsächlichsten Fettkonsumenten, die Seifen- und Kerzenfabrikanten, aus leicht ersichtlichen Gründen vorwiegend auf feste Fette als Ausgangsmaterial angewiesen sind, sei nebenbei ebenfalls erwähnt. Es mußten sich also ganz natürlich die interessierten Kreise in der Fettindustrie mit dem Gedanken beschäftigen, ob es nicht mög-

1) Die Ergebnisse dieser Arbeit haben bereits einer kurzen gutachtlichen Äußerung von Herrn Prof. Dr. K. B. Lehmann in der Chemiker-Zeitung 1914, Nr. 75, S. 798, zur Grundlage gedient.

lich sei, durch ein chemisches Verfahren den Überschuß an flüssigen Ölen in feste Form überzuführen. Eine Reihe von Patenterteilungen gibt davon Zeugnis, wie intensiv an diesem Problem gearbeitet wurde. Aber keiner der eingeschlagenen Wege führte zu einem praktischen Ziele, bis von ganz anderer Seite Hilfe kam.

Zu einem der bedeutsamsten Fortschritte der letzten Jahre auf dem Gebiete der synthetischen Chemie haben ohne Zweifel die Arbeiten des Prof. P. Sabatier in Toulouse geführt, in welchen sich dieser Forscher mit der direkten Einwirkung von Wasserstoff auf die verschiedensten chemischen Verbindungen bei Gegenwart einer metallischen Kontaktsubstanz beschäftigte. In einer seit dem Jahre 1900 ununterbrochen fortlaufenden Versuchsreihe hat er im Verein mit J. B. Senderens und späterhin mit A. Mailhe gezeigt, daß die Anwesenheit eines fein verteilten Metalls, vor allem eines feinen Nickelpulvers, dem Wasserstoff bei höherer Temperatur die Fähigkeit erteilt, in eine große Anzahl anorganischer und organischer Moleküle einzudringen und so eine reduzierende Wirkung zu entfalten, sei es, daß dabei eine Anlagerung von Wasserstoffatomen unter Aufhebung von Doppelbindungen oder aber eine Abspaltung von Sauerstoff oder Halogen mit Bildung der betreffenden Hydride stattfindet. Diese Erscheinung beruht wahrscheinlich darauf, daß Metallhydride entstehen, welche sofort wieder zerfallen und naszierenden Wasserstoff freimachen. Nicht nur der reinen, wissenschaftlichen Chemie sind durch diese Arbeiten neue Wege gewiesen worden, sondern auch die chemische Industrie kann sich in vielen Fällen dieses trockenen Reduktionsverfahrens mit Vorteil bedienen gegenüber den nassen Methoden mit naszierendem Wasserstoff.

Die Fettindustrie griff das neue Verfahren zuerst auf. Denn wenn es mit dessen Hilfe gelang, die Reduktion der ungesättigten, flüssigen Ölsäure und ihrer Glyzeride zu den entsprechenden Verbindungen der gesättigten, festen Stearinsäure durchzuführen gemäß den Gleichungen

$$\underset{\text{Ölsäure}}{C_{18}H_{34}O_2} + 2\,H = \underset{\text{Stearinsäure}}{C_{18}H_{36}O_2}$$

$$\underset{\text{Olein}}{C_3H_5\,(C_{18}H_{33}O_2)_3} + 6\,H = \underset{\text{Stearin}}{C_3H_5\,(C_{18}H_{35}O_2)_3},$$

so war damit die Härtung der flüssigen Öle zu festen Produkten erreicht.

Prof. Dr. Bömer[1]) hat auf der 11. Hauptversammlung deutscher Nahrungsmittelchemiker zu Würzburg 1912 einen ausführlichen Bericht über die zahlreichen Patente erstattet, welche sich mit der Lösung dieses Problems befassen. Ich beschränke mich deshalb darauf, zu wiederholen, daß die eine Reihe von Patenten mit Nickelpulver als Katalysator bei höherer Temperatur die Reduktion erzielen will (nach der alten Methode von Sabatier), während andere (z. B. C. Paal) als Katalysator kolloidales Platin oder Palladium bei gewöhnlicher Temperatur verwenden. Welches von beiden Verfahren das technisch und wirtschaftlich rationellere ist, darüber sind die Ansichten noch geteilt. Bömer (und nach ihm noch andere) gab auch schon weitgehenden Aufschluß über das sinnfällige und analytische Verhalten der gehärteten Produkte und erklärte, daß sich diese in keiner Weise prinzipiell von den natürlichen Fetten unterscheiden, daß auch die Verfahren gestatteten, die Reduktion und damit die Härtung bis zu jedem gewünschten Grade vor sich gehen zu lassen. Es erscheint somit die Technik der Verfahren sehr vollkommen und die Härtungsprodukte ohne weiteres für die Zwecke der Industrie verwendbar. Ob sie allerdings auch für die menschliche Ernährung Verwendung finden dürfen, das hängt davon ab, inwieweit sie den besonderen Bedingungen, die wir an ein künstlich hergestelltes Nahrungsmittel stellen müssen, gerecht werden.

Zu verlangen ist zunächst, daß das Rohmaterial nicht von zweifelhafter oder gar ekliger Herkunft sei, selbst wenn es die Technik so verändern könnte, daß das Endprodukt appetitlich erschiene. Diese Forderung wird von den Rohölen der gehärteten Fette sicherlich erfüllt. Selbst das von Resten der Samen und Samenschalen braun gefärbte und getrübte rohe Baumwollsamenöl wird dem Wissenden niemals ekelhaft, wenn auch wohl zum direkten Genuß nicht einladend erscheinen.[2])

1) Ztschr. f. Unters. d. Nahr. u. Gen.-M. 1912, 24, 104ff.

2) Ob die gehärteten „Trane" diese Forderung erfüllen, ist eine Frage, deren Besprechung in diesem Rahmen keinen Platz finden kann.

Eine weitere Forderung ist, daß das fertige Produkt an sich zur Ernährung geeignet sei. In erster Linie haben wir auf die Art der Glyzeride zu achten. Auszuschließen vom Genuß ist z. B. gehärtetes Rhizinusöl, falls es nicht gelingen sollte, die reizende Rhizinolsäure vollständig zu reduzieren. Aber auch abgesehen von dem Vorhandensein an sich schädlicher Fettsäuren ist auf das gegenseitige quantitative Verhältnis der einzelnen Glyzeride zueinander Rücksicht zu nehmen. Ein zu starkes Überwiegen der Stearinsäure bedingt einen zu hohen Schmelzpunkt, der nicht nur eine schlechtere Ausnutzung des Fettes selbst, sondern auch weitergehende Störungen der Verdauung hervorrufen kann. Da die Fabrikanten es jedoch in der Hand haben, die Härte eines Fettes durch die Dauer des Hydrogenisationsprozesses zu regulieren, so kann man wohl ohne weiteres annehmen, daß dieser Forderung keine Schwierigkeiten im Wege stehen. Dienen die Fette als Zusatz zur Margarine anstatt Preßtalg oder Oleomargarin, so wird eine Härtung auf weit über 40° C hinaus unschädlich sein, wenn durch Zumischung leichter schmelzbarer und flüssiger Fette der Gesamtschmelzpunkt auf normale Werte (30 bis 40° C) herabgedrückt wird.

Weiterhin könnten, wie schon Bömer hervorgehoben hat, unschädliche Stoffe, welche sich im Unverseifbaren des Rohöls finden und deren Natur wir nicht kennen, durch den energischen Reduktionsprozeß in andere von mehr oder minder giftigen Eigenschaften umgewandelt werden. Ein solcher Umstand würde die Verwendung eines Fettes als Nahrungsmittel natürlich eo ipso verbieten. Wenn diese Verbindungen chemisch nicht zu isolieren oder nachzuweisen sind, so müssen ausgiebige Fütterungsversuche an Tieren und auch an Menschen darüber Klarheit schaffen, ob sich auf das Vorhandensein solcher Stoffe aus irgendwelchen Störungen der Verdauung oder des allgemeinen Wohlbefindens schließen läßt. Die Versuche müssen mit den Härtungsprodukten einer jeden für den menschlichen Genuß zu verwendenden Ölart angestellt werden, da jede derselben im Unverseifbaren wieder andere Stoffe enthält, wie schon die verschiedenen Farbenreaktionen der einzelnen Öle anzeigen.

Daß ferner ein zur Ernährung noch so gut geeigneter Stoff in seiner Verwendbarkeit beeinträchtigt wird, wenn er unsern ästhetischen und kulinarischen Ansprüchen nicht gerecht wird, ist selbstverständlich. Wir verlangen von einem Speisefette, daß es von homogener Beschaffenheit, gleichmäßiger, weißer bis gelber Farbe sei und keine unangenehmen Geschmacks- und Geruchsempfindungen errege. Nach dem Urteil Bömers und fast aller Autoren, welche sich bisher mit den gehärteten Ölen beschäftigt haben, geben diese zu Beanstandungen in solcher Hinsicht keinen Anlaß.

Endlich verbieten schädliche Nebenstoffe, mögen sie bereits aus dem Rohmaterial stammen oder auf dem Wege der Herstellung mit oder ohne Absicht des Produzenten in das Erzeugnis gelangt sein, jegliche Verwendung zu Speisefetten. Bei den gehärteten Ölen ist vor allem darauf zu achten, ob von dem als Katalysator verwendeten Metallpulver — in erster Linie kommt das Nickel in Betracht — erhebliche Mengen in das fertige Fett gelangen. Dies könnte auf zweierlei Weise der Fall sein: entweder werden, wenn die Rohöle ungenügend entsäuert sind, Teile des Metalls von den freien Fettsäuren gelöst oder es bleiben trotz der Filtration feinste Nickelteilchen im Fett suspendiert. Das letztere wird allerdings von Dr. Prall, dem Direktor der Bremen-Besigheimer Ölwerke, bestritten.

Daß in den gehärteten Fetten tatsächlich geringe Nickelmengen enthalten sind, ergaben die Verhandlungen auf der zitierten Tagung deutscher Nahrungsmittelchemiker. Da aber hier über die genaueren Mengenverhältnisse des Nickelgehalts und über deren hygienische Wertung keine rechte Klarheit erzielt wurde, entschloß sich Herr Prof. Dr. K. B. Lehmann, welcher in früheren Jahren das hygienische Nickelproblem durch grundlegende Arbeiten auf eine sichere Basis gestellt hat, dieser Spezialfrage in eigenen Versuchen näher zu treten.

Es sollte der Nickelgehalt einer Reihe von gehärteten Ölen mit zuverlässigen Methoden quantitativ bestimmt werden. Bei Gelegenheit dieser Untersuchung war auch durch eine Prüfung mittels der Sinne und Bestimmung der wichtigsten analytischen

Konstanten ein selbständiges Urteil über die sonstigen Qualitäten der Hartöle als Nahrungsmittel zu gewinnen. Zugleich sollten ausgiebige Fütterungsversuche an Tieren und Menschen darüber informieren, ob der gefundene Nickelgehalt oder andere etwa in den Fetten befindliche Stoffe (s. S. 124) auf die Gesundheit nachteilig einzuwirken vermöchten.

Daß Herr Prof. Lehmann, mein verehrter Lehrer und jetziger Chef, mir den experimentellen Teil der Arbeit übertrug und mit seiner langjährigen Erfahrung stets zur Seite stand, dafür sage ich ihm an dieser Stelle herzlichen Dank.

Das Material der Untersuchungen bestand aus größeren Mengen verschiedener Sorten von gehärtetem Sesam-, Erdnuß- und Baumwollsamenöl, welche die Bremen-Besigheimer Ölwerke zur Verfügung stellten.[1])

I.

Prüfung durch die Sinne und physikalisch-chemische Untersuchung.

Sämtliche vorliegenden Sesam- und Erdnußöle sind von gleichmäßiger reinweißer Farbe, während die Baumwollsamenöle eine gleichmäßig gelbliche Färbung aufweisen. Sie sind bei Zimmertemperatur von einer Konsistenz, welche meist der des Talges gleichkommt, bei einzelnen aber mehr schmalzartig ist, und besitzen eine körnig-kristallinische Beschaffenheit. Sowohl in der Kälte als auch bei mäßigem Erhitzen sind die Fette vollständig geruchlos; von einem brenzlichen Geruche beim Schmelzen, wie

1) Hier arbeitet man nach dem Vorgang Sabatiers mit fein verteiltem Nickel als Katalysator, und zwar nach den Patenten von Leprince u. Siveke und von Wilbuschewitsch. Der Vorgang wird von Boemer aus eigener Anschauung folgendermaßen geschildert:

„In einem doppelwandigen Autoklaven wird das zu härtende Öl mit dem mit Öl angerührten Katalysator (auf Kieselgur verteiltes, im Wasserstoffstrom reduziertes Nickel) unter Druck bei 100 bis 150° einem Wasserstoffstrom entgegengeführt, indem das Öl in einem kontinuierlichen Strom von oben herabrieselt, während der Wasserstoff von unten her in den Autoklaven eingeführt wird. Nach Verlauf von ½ bis 1 Stunde — je nach der gewünschten Härte des Öles — ist der Härtungsprozeß beendet, worauf das gehärtete Öl durch Filterpressen von dem Katalysator befreit und durch Behandlung mit Wasserstoff im Vakuum desodoriert wird."

Aufrecht[1]) angibt, ist nichts wahrzunehmen. Talgartiger Geschmack ließ sich ebensowenig konstatieren; im Gegenteil möchte ich die gehärteten Baumwollsamenöle eher als nußartig angenehm schmeckend bezeichnen.

Sämtliche uns übergebenen Fette sind weniger stark gehärtet, wie die in der Literatur bereits beschriebenen; der Schmelzpunkt schwankt zwischen 30,0° und 42,8° C. Er wurde mittels folgender Methode bestimmt:

In ein großes, zu $^4/_5$ mit Wasser gefülltes Becherglas, dessen Inhalt langsam erwärmt wurde, tauchte bis zu $^3/_4$ seiner Länge ein Reagenzglas, welches mittels Stativ und Klammer in dieser Lage festgehalten wurde. Ein Thermometer, dessen Kugel von einer dünnen Schicht des seit mindestens 48 Stunden erstarrten Fettes umgeben war, tauchte tief in das Reagenzglas hinein, ohne seine Wände zu berühren. Die Temperatur wurde in dem Augenblicke abgelesen, in dem sich der erste Fettropfen am Grunde der Quecksilberkugel bildete.

Der Erstarrungspunkt liegt 10,8 bis 11,8° C unterhalb des Schmelzpunktes; die Differenz ist nicht wesentlich verschieden von der des Butterschmalzes. Als Erstarrungspunkt wurde die Temperatur angenommen, bei der sich eine in einem Becherglase geschmolzene größere Fettmenge, welche zum Zweck einer gleichmäßigen Abkühlung fortwährend mit dem Thermometer gerührt wurde, eben sichtbar zu trüben begann.

Die Säurezahlen (mg KOH für 1 g Fett) verhalten sich verschieden. Während die Baumwollsamenöle mit 0,2 bis 0,4 sehr weitgehend entsäuert sind, ist dies bei den Erdnußölen (1,0 bis 2,0) und bei den Sesamölen (3,0 bis 3,2) weniger der Fall. Nach dreimonatlichem Lagern der Fette hat die Azidität nur ganz unbedeutend zugenommen.

Die Verseifung der gehärteten Öle geht sehr leicht vor sich. 1 bis 2 g verseifen mit 25 ccm alkoholischer halbnormaler Kalilauge in ¼ Stunde bei Siedetemperatur vollständig. Die Köttstorferschen Zahlen weichen wenig von denen der ungehärteten

1) Pharmazeut. Zeitung 1912, 57, S. 876.

Rohöle ab. Für gehärtete Erdnußöle fand ich die Werte 186,9 bis 189,2, für gehärtete Sesamöle etwas stärker differierend 185,0 bis 191,0 und für Baumwollsamenöle 191,3 bis 193,8. Für die Rohöle sind die entsprechenden Zahlen

Sesamöl	188 bis 195
Erdnußöl	189 bis 194
Baumwollsamenöl	191 bis 198.[1])

Sehr viel Beachtung verdienen die Jodzahlen, welche uns ja direkten Aufschluß geben über die Menge der in den Fetten noch vorhandenen nicht hydrogenisierten, ungesättigten Säuren. Sie stellen neben den Schmelzpunkten den wichtigsten Gradmesser der Härtung dar; je höher der Schmelzpunkt, desto kleiner ist die Jodzahl. In dieser präzisen Form läßt sich die Regel freilich nicht allgemein, sondern nur für die Härtungsprodukte ein- und desselben Rohfettes aussprechen. Denn der Schmelzpunkt eines Fettes wird nicht nur durch die ungesättigten Glyzeride herabgedrückt, sondern auch durch seinen ihm eigentümlichen Gehalt an leicht schmelzenden gesättigten Fettsäureestern (z. B. Palmitin, Butyrin), anderseits kann das Vorhandensein mehrfach ungesättigter Säuren, wie der Leinölsäure, die Jodzahl weit über den Wert hinaus erhöhen, der dem Ölsäuregehalt des Fettes entspräche. Die von mir nach Hübl bestimmten Jodzahlen sind der nicht sehr weit getriebenen Härtung entsprechend ziemlich hoch. Sie betragen noch ca. 65% der den Rohölen eigenen Jodzahlen. Bei den Erdnußölen bewegen sie sich zwischen 58,4 bis 62,6 (Rohöl 86 bis 98)[1]), bei den Sesamölen zwischen 64,4 bis 65,6 (Rohöl 103 bis 112)[1]) und erreichen bei dem Cottonöl sogar die Werte 65,8 bis 70,9 (Rohöl 102 bis 111)[1]).

Die Reichert-Meisslschen Zahlen, welche einen Maßstab für die flüchtigen, wasserlöslichen Fettsäuren bilden, waren bei allen drei Ölsorten praktisch gleich Null.

Ich lasse die Resultate der einzelnen Analysen in Form einer Tabelle folgen:

---

1) Nach D. Holde, Untersuchung der Kohlenwasserstoffe und Fette, 1913.

Bezeichnung	Fett Nr.	Versuch Nr.	Schmelzpunkt	Erstarrungspunkt	Differenz	Säurezahl	Verseifgs.-zahl	Jodzahl
Geh. Erdnußöl	0	1	42,8° C	31,6° C	11,2° C	1,0	188,2	59,0
„ „	0	2	—	—	—	1,1	188,7	58,4
„ „	2	1	35,5° C	24,4° C	11,1° C	1,0	188,5	62,6
„ „	2	2	—	—	—	1,0	189,2	62,4
„ „	5a	1	37,8° C	27,0° C	10,8° C	2,1	186,9	59,5
„ „	5a	2	—	—	—	2,0	187,0	59,2
„ „	5a	3	nach 3 Monaten:			2,2		
„ „	5b		37,7° C	26,8° C	10,9° C	—	—	—
Geh. Sesamöl	1	1	35,2° C	24,2° C	11,0° C	3,0	185,0	65,6
„ „	1	2	—	—	—	3,1	185,7	65,3
„ „	4a	1	36,9° C	25,4° C	11,5° C	3,1	190,2	64,9
„ „	4a	2	—	—	—	3,2	191,0	64,4
„ „	4a	3	nach 3 Monaten:			3,4		
„ „	4b		35,8° C	24,5° C	11,3° C	—	—	—
Geh. Baumwollsamenöl	3	1	30,0° C	18,2° C	11,8° C	0,3	193,7	70,9
„ „	3	2	—	—	—	0,4	193,8	70,5
„ „	6a	1	33,6° C	21,8° C	11,8° C	0,4	192,5	69,0
„ „	6a	2	—	—	—	0,4	193,3	68,2
„ „	6a	3	nach 3 Monaten:			0,6		
„ „	6b		34,0° C	22,3° C	11,7° C	0,2	191,3	65,8

Die Methodik der Untersuchung des anorganischen Rückstandes gestaltete sich folgendermaßen:

In einer ½ l fassenden Schale aus silbergrauem Quarz wurde die zur Analyse gelangende Fettmenge — meist 200 g — zuerst unter Anwendung eines großen Bunsendreibrenners geschmolzen und bis zur Entzündung erhitzt. Hierauf stellte ich die Gasflamme ab und ließ die Fettmasse ruhig ohne künstliche Wärmezufuhr abbrennen, um ein Emporgerissenwerden kleiner Fetttröpfchen zu vermeiden; nur wenn die Flamme zu erlöschen drohte, und am Ende der Verbrennung, wenn es stark kohlte, wurde die Temperatur durch eine einzige mäßige Gasflamme wieder erhöht. War alles Fett zerstört, so wurde die innen völlig berußte Schale über der Gebläseflamme unter möglichster Vermeidung jeglichen Luftzuges

ausgeglüht, bis alle Kohle verschwunden war. Die ungemein feinblättrige und leichte Asche war je nach ihrem Metallgehalt fast rein weiß bis hellbraun gefärbt. Um das Gewicht der Asche zu bestimmen[1]), wurde dieselbe zunächst nach dem Erkalten mit wenig destilliertem Wasser versetzt und darin aufgeschlemmt; der Boden der Schale wurde mit einem Glasstabe tüchtig gerieben, um festhaftende Aschenpartikelchen von ihm loszulösen. Die ganze Masse wurde dann mittels Glasstab, Gummiwischer und Spritzflasche quantitativ in eine vorher geglühte und gewogene kleine Quarzschale gebracht, auf dem Wasserbade zur Trockene eingedampft, wieder kurz geglüht und nach dem Erkalten gewogen. Die Differenz der beiden Wägungen stellte jedoch noch nicht das definitive Aschengewicht dar; erst mußten davon die durch das Reiben mit dem Glasstab abgesprungenen kleinen Glas- und Quarzpartikel abgezogen werden, deren Gewicht wurde folgendermaßen festgestellt: Nachdem das Quarzschälchen mit der Asche einmal mit Salpetersäure und einmal mit Salzsäure abgedampft worden war, wurde mit Wasser aufgenommen und bis zu kleinem Volumen eingeengt; es war dann die ganze Asche in Lösung gegangen, jedoch nicht die Kieselsäuresplitter, welche durch Filtration leicht zu isolieren waren. Das sorgfältig ausgewaschene Filter wurde in einem vorher geglühten und gewogenen Porzellantiegel verascht, dieser nach dem Erkalten gewogen; die Differenz ergab nach Abzug des bekannten Filteraschengewichtes die Menge der Kieselsäure.

Versetzte man das Filtrat mit 1 ccm konzentrierten Ammoniaks, so erhielt man eine flockige Fällung, welche theoretisch aus den Hydroxyden des Aluminiums, Eisens und verschiedener anderer Metalle, sowie aus kohlensaurem Kalk bestehen konnte. (Im Ammoniak der Laboratorien ist stets Kohlensäure gebunden.) Es zeigte sich aber, daß diese Fällung fast nur aus Ferrihydroxyd bestand, worauf auch die braunrote Färbung der Fällung sofort hinwies. Der Niederschlag wurde abfiltriert und in einer Reihe

1) Die großen Verbrennungsquarzschalen sind für die analytischen Wagen zu voluminös; eine direkte Wägung vor und nach der Veraschung des Fettes ist also unmöglich.

von Fällen getrocknet, im Porzellantiegel geglüht und gewogen, wobei der Glührückstand der Einfachheit halber — die geringen Beimengungen haben ja gar kein hygienisches Interesse — als ganz aus Ferrioxyd bestehend angenommen wurde.

Das von der Eisenfällung befreite ammoniakalische Filtrat konnte nur noch Leichtmetalle und von Schwermetallen Kupfer und Nickel enthalten. Da Kupfer nicht anzunehmen war — es hätte sich ja auch in geringer Menge durch die blaue Farbe seines komplexen Ammoniaksalzes verraten müssen, was nie der Fall war —, so konnte die Lösung nunmehr ohne weitere Vorbereitung zur Nickelbestimmung Verwendung finden.

War die Fettasche nur zur Nickelbestimmung zu verwenden, ohne daß erst das Aschengewicht bestimmt werden sollte, so schlug ich folgendes einfachere Verfahren der Vorbereitung ein: Die erkaltete Asche wurde wie oben, aber diesmal gleich in der großen Veraschungsschale mit Salpeter und Salzsäure abgedampft, dann mit destilliertem Wasser aufgenommen und eingeengt. Nun wurde noch heiß mit konzentriertem Ammoniak versetzt und filtriert; das Filtrat war zur Feststellung des Nickelgehalts sofort verwendbar.

Der qualitative Nachweis von Nickel, den ich teils mit dem noch näher zu besprechenden Dimethylglyoxim nach Prall[1]) oder mit dem nach Lehmanns Vorschrift[2]) hergestellten Natriumdithiokarbonat führte, hatte ungefähre Vorstellungen über den Nickelgehalt der einzelnen gehärteten Öle ergeben, die mir damals zur Verfügung standen. Es waren dies die Erdnußöle Nr. 0 und Nr. 2, Sesamöl Nr. 1 und Cottonöl Nr. 3.

---

1) 5 bis 10 g Fett werden mit dem gleichen Volumen konz. Salzsäure im Wasserbade ½ Stunde lang in einem Reagenzglas unter öfterem Umschütteln erwärmt; dann wird die Masse durch ein angefeuchtetes Filter filtriert und der saure Auszug in einer Porzellanschale verdampft. Der Rückstand wird mit einer 1 proz. alkoholischen Dimethylglyoximlösung betupft. Beim Vorhandensein von Nickel zeigt sich eine Rotfärbung, die mitunter beim Zusatz von etwas Ammoniak noch besser hervortritt. (Chem. Rev. d. Harz- u. Fettindustrie, 1913, 20, Heft 6, S. 133).

2) Archiv für Hygiene Bd. 68, S. 427.

Ich versuchte nun zuerst bei demjenigen dieser Fette, das am meisten Nickel zu enthalten schien (Nr. 0), den Gehalt quantitativ mittels des alten, im Jahre 1907 von Lehmann eingeschlagenen Schwefelwasserstoffverfahrens zu ermitteln. Zur Analyse wurden 500 g Fett verwendet. Nachdem in die ammoniakalische Lösung, deren Herstellung oben genugsam beschrieben wurde — ich will sie im folgenden mit „Fettnickellösung" bezeichnen — Schwefelwasserstoff bis zur Sättigung eingeleitet worden war, wurde nochmals mit konzentriertem Ammoniak überneutralisiert und dann mit Essigsäure schwach angesäuert, um das in kolloidaler Lösung befindliche Nickelsulfid auszuscheiden. Dieses wurde dann samt dem ausgefallenen Schwefel abfiltriert und das Filter in einem Porzellantiegel völlig verascht. Die Asche wurde mit wenig konz. heißer Salzsäure aufgenommen, einmal abgedampft, mit heißer verdünnter Salzsäure aufgenommen und zuletzt mit ganz reiner Natronlauge das Nickel als Hydroxydul gefällt. Dieses war allerdings infolge seiner geringen Menge nicht von apfelgrüner Farbe, sondern bildete einen milchig-weißen Belag der Filterwand. Nach sorgfältigem Nachwaschen wurde das Filter im Porzellantiegel verascht und das Nickel als Oxydul gewogen. Das Resultat stimmte zwar roh mit der unten beschriebenen kolorimetrischen Messung des wieder gelösten Nickeloxyduls überein, doch waren die 15% Differenz sowie die Umständlichkeit der Methode für mich bestimmend, das Verfahren aufzugeben.

Mit einem kolorimetrischen und wägeanalytischen Versuch der Nickelbestimmung mittels des von Großmann und Schück[1]) eingeführten Dizyandiamidinsulfats kam ich nicht zum Ziel; das Reagens ist für die kleinen Nickelmengen zu wenig empfindlich.

Vortrefflich brauchbar war dagegen auch zum quantitativen Nachweis von Nickel das schon oben erwähnte von Tschugaeff[2]) in die analytische Praxis eingeführte Dimethylglyoxim.

Vorversuche mit diesem Reagens ergaben folgendes:

In ammoniakalischer Nickelsalzlösung entsteht auf Zusatz

1) Chemiker-Zeitung 1907, 31, S. 535.
2) Berl. Ber. 1905, 38, S. 2520.

des Reagenses ein zuerst flockiger, sehr bald kristallinisch werdender scharlachroter Niederschlag, dem nach Tschugaeff die Formel

$$\begin{pmatrix} CH_3-C=N-O \\ | \quad\quad\quad \diagdown \\ CH_3-C=N-O \end{pmatrix} Ni + \begin{matrix} CH_3-C=N-O-H \\ | \\ CH_3-C=N-O-H \end{matrix}$$

zukommt.

Von einer Konzentration der Nickellösung ca. 1:200000 ab bis zu einer etwa zehnfach verdünnteren wird die Lösung zuerst gelbstichig, um nach kürzerer oder längerer Zeit — je nach dem Grade der Verdünnung — die rote Verbindung in Kriställchen auszuscheiden. Bei noch geringerer Konzentration ist von einer vorläufigen gelben Farbe nichts mehr zu bemerken; nach längerem Stehen wird die Lösung rosafarben. Eine Nickellösung von der Konzentration 1:20 Millionen bekam nach 24stündigem Stehen einen eben noch erkennbaren Rosaschimmer. Damit ist die Empfindlichkeitsgrenze praktisch erreicht.

In ammoniakalischer, wässeriger Flüssigkeit ist das Nickelglyoximin in einem Verhältnis von etwa 1:2 Millionen mit der schon erwähnten Rosafarbe, welche im durchfallenden Licht eine deutliche orangene Nuance aufweist, löslich. Eine solch gesättigte Lösung wurde erhalten einmal als Filtrat von in der Wärme gefällten massigen Niederschlägen und zweitens, wenn man kleinere Niederschlagsmengen in ammoniakalischer Flüssigkeit verschlossen stehen ließ. Die überstehende Flüssigkeit war dabei zunächst farblos, nahm aber im Laufe der Zeit eine deutliche rötliche Färbung an, ein Zeichen, daß nachträglich die Nickelverbindung teilweise in Lösung ging. Bei Neutralisation mit Säure oder Auskochen des Ammoniaks verschwand die Farbe der Lösung. Es beruht diese Erscheinung auf der Tatsache, daß die der Gleichung

$$2\,(CH_3)_2\,(CNOH)_2^{''} + Ni\,A_2 \rightleftarrows (CH_3CNO)_2\,Ni\,(CH_3\,CNOH)_2 + 2AH$$

entsprechende Reaktion, worin A ein beliebiges einwertiges Anion vorstellen möge, eine reversible ist und bei Mangel einer Bindung der entstehenden freien Säure im Sinne des unteren Pfeils beeinflußt wird.

Mit Hilfe dieses Tschugaeffschen Reagenses konnte die quantitative Nickelbestimmung auf zweifachem Wege erfolgen.

Einmal konnte der Niederschlag isoliert, getrocknet und gewogen werden, wie Brunck[1]) angegeben hat.

Bei kleinen Nickelmengen, welche sich zur Wägung nicht mehr eigneten, kam der kolorimetrische Vergleich in Frage, zu welchem die intensive Farbe des Reaktionsproduktes geradezu herausfordert. Dieser konnte theoretisch auf zweierlei Weise erfolgen:

1. Durch Kolorimetrieren der Lösung des Nickelglyoximins;
2. Durch Kolometrieren einer Suspension des Glyoximinniederschlages.

Die erste Möglichkeit wäre praktisch schwer durchzuführen gewesen, da die Farbe der Lösung längere Zeit nachdunkelte, und auch die Bedingungen, unter denen man eine reine Lösung erzielt hätte, sehr schwer zu übersehen waren; ein noch so geringer Ausfall eines Niederschlags hätte aber jegliche Genauigkeit vernichtet. Dazu ist auch eine in ihrem Nickelgehalt genau bemessene Vergleichslösung sehr schwer herzustellen.

Deshalb habe ich stets mit dem kolorimetrischen Vergleich des suspendierten Niederschlags gearbeitet. Ein Kontrollversuch, in welchem der erzeugte Niederschlag nach Brunck[1]) gewogen wurde, ergab, daß die Genauigkeit des Verfahrens eine befriedigende ist. Es muß nur darauf geachtet werden:

a) daß die Lichtquelle intensiv genug ist; am besten wirkt als Unterlage von der Sonne beschienenes weißes Glanzpapier;
b) daß die Suspension eine sehr feine und gleichmäßige ist, was durch kräftiges Schütteln erreicht werden kann;
c) daß Seitenlicht völlig abgeblendet wird;
d) daß Bestimmungs- und Vergleichssuspension in ihren Konzentrationen nicht sehr verschieden sind;
e) daß kein Nickelglyoximin in Lösung geht; eine Orangerotfärbung der Lösung ist natürlich hier ebenso von Übel, als beim Kolometrieren der Lösung ein Ausfallen der roten Verbindung wäre. Man erreicht dies, wenn man den Niederschlag in der Kälte bei möglichster Konzentration erzeugt —

1) Ztschr. f. angew. Chemie 1907, 20, S. 1844.

man füllt dann nachträglich mit Wasser bis zur Marke nach — und nicht lange mit dem Kolorimetrieren wartet.

In praxi verfuhr ich so, daß ich zunächst die konzentrierte Fettnickellösung (s. S. 132) mit 1 ccm einer 1 proz. alkoholischen Glyoximlösung und 1 ccm konz. Ammoniaks versetzte, je nach der Intensität der Fällung auf 50[1]), 100 oder 250 ccm nachträglich mit Wasser auffüllte und nach tüchtigem Durchschütteln 50 ccm in das eine Kolorimeterglas gab. Dieses versenkte ich dann in das Kolorimetergehäuse, welches nur senkrecht von unten nach oben weißes Licht durchließ. Das zweite gleichweite Kolorimeterglas, welches sich bereits im Gehäuse befand, wurde nunmehr mit einer der zu bestimmenden Suspension möglichst konzentrationsgleichen Nickelglyoximinsuspension von bekanntem Nickelgehalt bis zur Farbengleichheit aufgefüllt. Aus der abgelesenen Höhe der Flüssigkeitssäule, welche sich gewöhnlich zwischen den Marken 40 und 60 bewegte, wurde dann der Nickelgehalt berechnet. Die nach den angeführten Methoden gewonnenen Resultate folgen hier in Form einer Tabelle.

Ergebnisse der Aschenanalysen.

Bezeichnung	Fett Nr.	Versuch Nr.	Angewandte Fettmenge g	pro kg Fett: Aschenrückstand mg	Fe mg	Ni mg	Methode der Nickelbestimmung
Geh. Erdnußöl	0	1	500	—	—	2,3	Gewogen als NiO
„ „	0	2	200	—	—	2,0	Glyoxim, Kolorim.
„ „	0	3	200	46,0	10,9	1,9	„
„ „	0	4	200	48,0	11,2	1,9	„
„ „	2	1	200	27,5	5,3	1,6	„
„ „	2	2	200	30,0	5,6	1,7	„
„ „	5a	1	200	40,0	6,3	6,1	„
„ „	5a	2	200	38,0	6,0	6,0	„
„ „	5a	3	200	—	—	5,9	Glyoxim gewogen
„ „	5a	4	50	—	—	6,3	Glyoxim, Kolorim.
„ „	5b	1	200	—	—	4,2	„
„ „	5b	2	200	—	—	4,5	„
„ „	5d		200	—	—	5,0	„
„ „	5e		200	—	—	4,7	„

1) Nur bei Baumwollsamenöl Nr. 3 auf 10 ccm.

Bezeichnung	Fett Nr.	Versuch Nr.	Angewandte Fettmenge g	pro kg Fett: Aschenrückstand mg	pro kg Fett: Fett mg	pro kg Fett: Ni mg	Methode der Nickelbestimmung
Geh. Sesamöl	1	1	200	18,5	6,0	1,1	Glyoxim, Kolorim.
„ „	1	2	200	19,5	7,0	1,1	„
„ „	4a	1	200	23,0	4,2	1,1	„
„ „	4a	2	200	25,5	4,2	1,1	„
„ „	4b		200	—	—	1,0	„
„ „	4d		200	—	—	1,1	„
Geh. Baumwollsamenöl	3	1	200	23,5	3,9	0,07	Glyoxim, Kolorim.
„ „	3	2	200	24,0	4,6	0,08	„
„ „	6a	1	200	30,0	3,5	0,5	„
„ „	6a	2	200	28,5	2,5	0,4	„
„ „	6b		200	—	—	0,4	„
„ „	6d		200	—	—	0,4	„

Aus dieser Tabelle erkennt man:

1. Der Aschengehalt ist sehr gering; er schwankt zwischen 0,018 bis 0,048 pro Mille des Fettgewichtes.
2. Der Eisengehalt der Fette, der wohl hauptsächlich von den Gefäßen herrühren wird, in welchen das Fett gereinigt und aufbewahrt wird, beträgt 9 bis 36% des Aschengewichts. Hygienisch ist er ohne jede Bedeutung.
3. Der Nickelgehalt ist in seiner Menge von der des Eisengehalts unabhängig, was sich daraus erklärt, daß das Nickel auf ganz anderem Wege in das Fett gelangt als das Eisen. Er ist meist viel geringer als der Eisengehalt und schwankt zwischen 0,3 bis 16% des Aschengewichts oder zwischen 0,00007 bis 0,006 pro Mille des Fettgewichts.[1])

Wie ist nun dieser Gehalt an Nickel hygienisch zu beurteilen? Wir wissen aus mehrfachen Untersuchungen neuerer Forscher, daß das Nickel zu den relativ ungiftigen Metallen gehört. Lehmann[2]) hat an 16 Katzen und vier Hunde mehrere Monate lang

1) Die von Normann und Hugel (Halbmonatsschr. f. Margarine-Industrie 1913, 17, S. 226) gefundenen Werte sind durchschnittlich noch viel kleiner.

2) Arch. f. Hygiene Bd. 68.

täglich Nickelmengen von durchschnittlich 8 mg pro kg Körpersubstanz verfüttert ohne auf Nickelwirkung beziehbare Schädigungen zu beobachten. Rhode[1]) und Ludwig[2]) haben, der eine fünf, der andere zweieinhalb Jahre lang in ihren Familien nur Nickelgeschirre verwenden lassen und von den in die Speisen übergehenden Nickelmengen niemals Gesundheitsstörungen gesehen. Dabei sind diese Nickelmengen gar nicht so unbedeutend, wie die Analysen von Ludwig[2]), Lehmann[3]) und aus neuester Zeit von Normann und Hugel[3]) zeigen; sie betragen für Fleischspeisen bis zu 20 mg, für Kompotte bis zu 50 mg, für Gemüse bis zu 80 mg und für stark saure Speisen, wie Sauerkraut, bis zu 130 mg Nickel auf das Kilogramm Substanz. Lehmann berechnet, daß auf diese Weise weit über 100 g Nickel in die Tagesportion der Nahrung übergehen können und zieht den Schluß, daß eine tägliche Nickelaufnahme von 2 mg pro kg Mensch noch völlig unschädlich sei.

Setzt man nun das Maximum an Speisefett, das auch ein sehr fettgewöhnter Erwachsener, abgesehenen von dem in vielen Speisen (Würste, Schinken, Speck usw.) natürlich enthaltenen Fett, auf die Dauer täglich zu genießen imstande ist, gleich 150 g oder gleich 2 g pro kg Mensch; nimmt man weiter an, daß jemand als Speisefett nur gehärtetes Öl verwenden würde, was ja sehr unwahrscheinlich ist, und zwar das nickelreichste, welches ich untersucht habe, so würde er trotzdem mit diesem nur 0,9 mg Nickel pro Tag aufnehmen. Das entspricht einer täglichen Nickelaufnahme von ca. 0,012 mg pro kg Mensch oder nur 0,6% derjenigen Menge, welche nach Lehmann noch als ganz unschädlich für die Dauer betrachtet werden kann. Daß eine solch geringe Nickelaufnahme völlig unbedenklich sein wird, läßt sich aus dieser Betrachtung sofort ableiten.

Nachdem der anorganische Rückstand des Fettes untersucht war, wurde noch eigens auf einigen etwaigen Arsengehalt geprüft, der von nicht arsenfreien, zur Reinigung der Öle verwendeten Chemikalien herrühren konnte. 5 g Fett wurden mit konz. Schwefelsäure und rauchender Salpetersäure mineralisiert, dann

1) Arch. f. Hygiene Bd. 9, S. 331ff.
2) Österr. Chem.-Zeitung 1898, Heft I. — 3) l. c.

bis zu geringem Volumen abgeraucht und in einem modifizierten Marshschen Apparat, mit welchem man noch Mengen von 0,001 mg Arsen aus der Größe des Arsenspiegels bestimmen konnte, auf Arsen geprüft — ohne positives Resultat.

Ebenso negativ war das Ergebnis, als ich den Katalysator, das Nickelpulver, selbst auf Arsen untersuchte.[1])

II.

Fütterungsversuche an Tieren.

Um zu sehen, ob sich in den gehärteten Ölen der chemischen Analyse nicht zugängliche, für den tierischen Organismus schädliche Stoffe fänden, wurden im Laufe von ca. 5 Monaten drei Hunde[2]) mit einem Durchschnittsgewicht von 5½ bis 9½ kg mit insgesamt 21,2 kg gehärteten Öls gefüttert, so daß auf das kg Hund täglich 6,6 bis 8,4 g Fett, d. i. ca. ¾ % des Körpergewichts kamen. Ein Kontrolltier von ähnlicher Größe wurde mit ungefähr gleichen Mengen gewöhnlichen Schweinefetts gefüttert, um allenfalls Störungen, welche aus der sehr reichlichen Fettzufuhr herrührten, zu konstatieren und nicht fälschlich auf eine Wirkung des gehärteten Öls zu beziehen.

Von quantitativen Stoffwechselversuchen, welche die Ausnutzung des Fettes im Darmkanal hätten dartun sollen, wurde abgesehen.[3])

Viel kam darauf an, die übrige Nahrung für die Hunde so zu wählen, daß kein Widerwille gegen die ungemein fette Kost eintrat. Im allgemeinen genügte es ja, die tägliche Fettration von 40 bis 80 g mit der etwa dreifachen Menge mageren, gewiegten Pferdefleisches zu vermengen. Da die ballastarme Nahrung aber leicht Obstipation hervorruft, so wurden auch öfters harte Brot-

1) Ich ließ auch auf Brotnährböden, denen 5% Katalysator zugesetzt waren, Penicillium glaucum wachsen, ohne eine Andeutung des eigenartigen Diäthylarsingeruchs zu erhalten.

2) Ein vierter Hund kam schon krank zum Versuch und wurde getötet, siehe Fütterungstabelle Nr. 3.

3) Anm. beim Druck: Solche Versuche sind inzwischen in Berlin von Franz Müller ausgeführt worden, s. Arch. f. Hyg. 1915, 84, Heft 1.

rinden und Knochen gegeben.[1]) Um den Energieverbrauch und damit die Freßlust der Tiere zu steigern, ließ ich sie täglich einige Stunden in einem abgezäunten Bezirk des Institutshofs frei herumlaufen.

Auf diese Weise gelang es, den Tieren die erwähnten reichlichen Fettmengen bis zum Schluß des Versuches ohne größere

Hund Nr. 1 ♀ Alter: ca. 1 Jahr. Geh. Erdnußöl Nr. 5a (— 8. XI. 13), 5b (— 18. XII. 13), 5d (— 1. III. 14), 5e (— 14. III. 14).

Daten	Tage	Fett- u. Nickelaufnahme in dieser Zeit		Durchschnittl. pro kg und Tag		Gewichte	Durchschnittsgewichte	Bemerkungen
		g Fett	mg Ni	g Fett	mg Ni	g	g	
11. X. 13 bis 20. X. 13	10	500	3,0	11,7	0,07	3950 —4630	4290	11. X. munteres, zutrauliches Tier, mager; frißt gut.
21. X. 13 bis 8. XI. 13	19	950	5,7	9,5	0,06	4630 —6000	5315	20. XI. wird sehr fett; frißt schlecht, kommt deshalb jetzt täglich ins Freie.
9. XI. 13 bis 24. XI. 13	16	500	2,2	4,8	0,02	6000 —6350	6175	
25. XI. 13 bis 5. XII. 13	11	300	1,32	4,4	0,02	6350 —5940	6145	25. XI. wegen starker Obstipation Kalomel.
6. XII. 13 bis 18. XII. 13	13	600	2,64	7,8	0,034	5940 —5860	5900	10. XII. Freßlust besser, bekommt harte Brotrinden.
19. XII 13 bis 30. XII. 13	12	600	3,0	8,6	0,043	5860 —5900	5880	
31. XII. 13 bis 10. I. 14	11	450	2,25	7,0	0,035	5900 —5750	5825	1. I. Frißt nur, wenn Fleisch in Fett gebraten wurde. Dabei stets munter.
11. I. 14 bis 18. I. 14	8	150	0,75	3,35	0,017	5750 —5450	5600	
19. I. 14 bis 28. I. 14	10	125	0,63	2,3	0,012	5450 —5250	5350	
29. I. 14 bis 8. II. 14	11	260	1,3	4,5	0,023	5250 —5350	5300	
9. II. 14 bis 16. II. 14	8	215	1,07	5,0	0,025	5350	5350	9. II. Stets bei gutem Wohlbefinden.
17. II. 14 bis 1. III. 14	13	500	2,5	7,1	0,036	5350 —5450	5400	
2. III. 14 bis 14. III. 14	13	550	2,59	7,8	0,037	5400	5400	
Sa. 11. X. 13 bis 14. III. 14	155	5700	28,95	6,6	0,034	—	5560	

1) Im Anfang der Versuche mußte ich auch einigemal hartnäckige Obstipationen durch kleine Gaben Kalomel vertreiben.

Hund Nr. 2 ♀. Alter: ca. 1 Jahr. Geh. Sesamöl Nr. 4a (— 24. XI. 13), 4b (— 20. I. 14), 4d (— 14. III. 14).

Daten	Tage	Fett- u. Nickelaufnahme in dieser Zeit		Durchschnittl. pro kg und Tag		Gewichte	Durchschnittsgewichte	Bemerkungen
		gFett	mgNi	gFett	mgNi	g	g	
16. X. 13. bis 20. X. 13	5	250	0,28	10,5	0,012	4750 —4800	4775	16. X. Mageres, sehr scheues Tier; frißt gierig.
21. X. 13 bis 10. XI. 13	21	1050	1,15	9,3	0,010	4850 —5900	5375	20. XI. Wegen starker Obstipation Kalomel. Kommt von nun an täglich ins Freie.
11. XI. 13 bis 24. XI. 13	14	700	0,77	8,2	0,009	5900 —6300	6100	Nebenkost: harte Brotrinden. Wächst noch.
25. XI. 13. bis 5. XII. 13	11	300	0,30	4,3	0,004	6300	6300	25. XI. Nach starker Erkältung Katarrh, Ausschlag, geringe Freßlust.
6. XII. 13 bis 18. XII. 13	13	600	0,60	7,4	0,007	6300 —6200	6250	
19. XII. 13 bis 30. XII. 13	12	600	0,60	8,0	0,008	6200	6200	
31. XII. 13 bis 10. I. 14	11	550	0,55	8,0	0,008	6200 —6350	6275	1. I. Wohlbefinden wieder hergestellt.
11. I. 14 bis 18. I. 14	8	600	0,6	11,3	0,011	6350 —6950	6650	
19. I. 14 bis 28. I. 14	10	850	0,92	12,2	0,013	6950	6950	28. I. Äußerst lebhaft, Frißt gut.
29. I. 14 bis 8. II. 14	11	525	0,58	6,8	0,007	6950 —7050	7000	
9. II. 14 bis 16. II. 14	8	450	0,50	7,9	0,009	7050 —7250	7150	
17. II. 14 bis 1. III. 14	13	850	0,94	8,9	0,010	7250 —7500	7375	
2. III. 14 bis 14. III. 14	13	800	0,88	8,2	0,009	7500 —7600	7550	10. III. Dauernd ohne jede weitere Störung der Gesundheit.
Sa. 16. X. 13 bis 14. III. 14	150	8125	8,67	8,4	0,009	—	6450	

Schwierigkeiten einzuverleiben. Hund Nr. 1 allerdings fraß sehr oft nur dann, wenn ich ihm das mit Fett gemischte Hackfleisch anbriet.

Keiner der Hunde zeigte im ganzen Versuchsverlauf Erscheinungen, welche auf eine Schädigung durch die Fettaufnahme hindeuteten. Hund Nr. 2 bekam kurz nach einer Regendurchnässung im Freien eine katarrhalische Affektion der oberen Respirationswege, an welche sich noch ein krustöser Ausschlag hauptsächlich am Rücken anschloß. Nach

drei Wochen war dieser jedoch unter noch reichlicherer Fettzufuhr als früher abgeheilt. Sonst waren die Hunde stets munter und lebendig und ließen niemals die geringste Störung ihrer Gesundheit erkennen. Daß der Kontrollhund gegen Ende des Versuchs trächtig wurde und Junge aufzog, war für die gegebene Versuchsanordnung vollständig belanglos.

Das Ergebnis der Tierversuche ist nicht nur ein Beweis dafür, daß in den gehärteten Ölen keine unbekannten, für den tierischen Organismus schädlichen Stoffe vorkommen, es zeigt auch zugleich, daß der aus den Untersuchungen Lehmanns abgeleitete Schluß über die Harmlosigkeit des Nickelgehalts durchaus zu Recht besteht.

Die in der ganzen Versuchszeit von den Hunden aufgenommene Nickelmenge beträgt annähernd 41 mg, wovon ¾ allein auf Hund Nr. 1 entfallen. Pro kg und Tag bekamen die Tiere durchschnittlich 0,034 (Hund Nr. 1) 0,009 (Ns. 2) und 0,0027 (Nr. 4) mg

Hund Nr. 3 ♀. Alter ca. 2 Jahre. Geh. Baumwollsamenöl Nr. 6a.

Daten	Tage	Fett- u. Nickelaufnahme in dieser Zeit		Durchschnittl. pro kg und Tag		Gewichte	Durchschnittsgewichte	Bemerkungen
		gFett	mgNi	gFett	mgNi	g	g	
11. X. 13 bis 20. X. 13	10	300	0,14	5,1	0,0023	5750 —5920	5835	11. X. Mageres, furchtsames Tier. Verkriecht sich in die Käfigecke. Frißt schlecht.
21. X. 13 bis 25. X. 13	5	100	0,045	3,5	0,0016	5920 —5620	5770	21. X. Macht kranken Eindruck.
26. X. 13 bis 28. X. 13	3	20	0,01	1,2	0,0005	5620 —5350	5485	28. X. Blutiger Kot, heiße Nase, Zittern. Frißt nichts mehr.
Sa. 11. X. 13 bis 28. X. 13	18	420	0,19	4,0	0 0018	5750 —5350	5760	

Am 29. X. 13 wurde das Tier mit Chloroform getötet.

Bei der Sektion zeigte sich die Schleimhaut des ganz leeren und kontrahierten Magens mit ausgedehnten Ulzerationen und Erosionen bedeckt, welche eitrig-schleimig belegt waren.

Ohne Zweifel war der Hund schon vor Beginn des Versuchs magenkrank gewesen. Durch die für seinen Zustand ungeeignete fettreiche Nahrung mag sich wohl das Übel verschlimmert haben. Auf eine spezifische Wirkung der gehärteten Öle darf die Erkrankung jedenfalls nicht bezogen werden.

Nickel; das ist der 235. bzw. 900. und 3000. Teil derjenigen Nickelmengen, welche Lehmann im Jahre 1907 seinen Versuchstieren noch ohne Schaden einverleibte!

Die Einzelheiten der Fütterungsversuche werden aus den eingeschalteten Tabellen ersichtlich.

Hund Nr. 4 ♂. Alter ca. $^3/_4$ Jahre. Geh. Baumwollsamenöl Nr. 6a (— 10. XII. 13), 6b (— 20. I. 14), 6d (— 1. III. 14), 6e (— 14. III. 14).

Daten	Tage	Fett- u. Nickelaufnahme in dieser Zeit		Fett- u. Nickelaufnahme Durchschnittl. pro kg und Tag		Gewichte	Durchschnittsgewichte	Bemerkungen
		gFett	mgNi	gFett	mgNi	g	g	
17. XI. 13 bis 24. XI. 13	8	560	0,23	8,0	0,004	7650 —7900	7775	17. XI. Scheues, sehr mageres Tier.
25. XI. 13 bis 5. XII. 13	11	700	0,32	7,8	0,004	7900 —8500	8200	
6. XII. 13 bis 18. XII. 13	13	800	0,33	7,2	0,003	8500 —8600	8550	18. XII. Wird zutraulich. Frißt gierig. Wächst noch.
19. XII. 13 bis 30. XII 13	12	600	0,24	5,8	0,002	8600 —8700	8650	
31. XII. 13 bis 10. I. 14	11	600	0,24	6,2	0,0025	8700 —8900	8800	10. I. Befinden ohne jede Störung.
11. I. 14 bis 18. I. 14	8	650	0,26	8,8	0,0035	8900 —9650	9275	
19. I. 14 bis 29. I. 14	10	900	0,36	9,0	0,0036	9650 —10350	10 000	
29. I. 14 bis 8. II. 14	11	800	0,32	7,0	0,003	10350 —10450	10 400	
9. II. 14 bis 16. II. 14	8	550	0,22	6,4	0,0025	10450 —10950	10 700	
17. II 14 bis 1. III. 14	13	625	0,25	4,5	0,002	10950 —10550	10 750	1. III. Desgl.
2. III. 14 bis 14. III. 14	13	650	0,26	4,7	0,002	10550 —11000	10 775	
Sa. 17. XI. 13 bis 14. III. 14	118	7375	3,03	6,6	0,0027	—	9475	

III.

Verwendung der Fette zu Speisezwecken.

Nachdem die Versuchstiere längere Zeit mit den gehärteten Ölen gefüttert worden waren, ohne daß sich eine Schädigung ihrer Gesundheit gezeigt hatte, erschien es angebracht, die Versuche auch auf Menschen auszudehnen.

Hund Nr. 5 ♀. Alter ca. 1 Jahr. Kontrolltier. Schweineschmalz.

Daten	Tage	Fettaufnahme in dieser Zeit g	Fettaufnahme Durchschnittl. pro kg und Tag g	Gewichte g	Durchschnittsgewichte g	Bemerkungen
16. X. 13 bis 20. X. 13	5	250	9,8	5050 —5150	5100	16. X. Mageres, lebhaftes, zutrauliches Tier.
21. X. 13 bis 10. XI. 13	21	1050	8,8	5150 —6250	5700	
11. XI. 13 bis 24. XI. 13	14	700	7,7	6250 —6750	6500	11. XI. Wird zusehends fetter. Freßlust läßt nach. Gegen Obstipation Kalomel.
25. XI. 13 bis 5. XII. 13	11	500	6,9	6750 —6370	6560	Kommt von nun an täglich ins Freie. Nebenkost: harte Brotrinden.
6. XII. 13 bis 18. XII 13	13	650	7,9	6370 —6150	6260	18. XII. Trotz der Fettzunahme sehr lebhaft.
19. XII. 13 bis 30. XII. 13	12	600	7,8	6150 —6600	6375	
31. XII. 13 bis 10. I. 14	11	550	7,4	6600 —6900	6750	10. I. Wird trächtig!
11. I. 14 bis 18. I 14	8	350	6,2	6900 —7250	7075	
19. I. 14 bis 28. I 14	10	500	6,5	7250 —8050	7650	
29. I. 14 bis 8. II. 14	11	400	4,3	8050 —8650	8350	
9. II. 14 bis 16. II. 14	8	500	6,9	8650 —9600	9125	16. II. Wirft 4 Junge, welche 3 Wochen lang gesäugt werden.
17. II. 14 bis 1. III. 14	13	1100	10,4	8300 —8000	8150	
2. III. 14 bis 14. III. 14	13	800	7,6	8000 —8100	8050	14. III. Befinden und Freßlust stets ausgezeichnet.
Sa. 16. X. 13 bis 14. III. 14	150	7950	7,8	—	6835	

Von vornherein war anzunehmen, daß die Hartöle auch auf Menschen jeder schädigenden Wirkung entbehren würden; diese Vermutung hat sich auch vollständig bestätigt. Keine der zahlreichen Versuchspersonen, welche monatelang nur oder doch vorwiegend mit gehärteten Ölen zubereitete Speisen genossen, hatte je über Störungen der Verdauung oder des allgemeinen Wohlbefindens zu klagen.

Von großer Wichtigkeit war ferner die Frage, ob sich die Hartöle zur Zubereitung der Speisen auch gut eigneten. Hierauf fiel die Antwort ebenfalls außerordentlich günstig aus.

Im Haushalt des Herrn Prof. Lehmann selbst sind seit November vorigen Jahres als Speisefette fast nur noch gehärtete Öle in Verwendung; 7 Pfund gehärteten Erdnußöls und über 30 Pfund gehärteten Baumwollsamenöls sind daselbst bereits verbraucht worden. Nach dem übereinstimmenden Urteil aller in Betracht kommenden Personen sind die mit Hartölen hergestellten Speisen durch Geschmack, Geruch oder sonstwie von denjenigen nicht zu unterscheiden, zu deren Zubereitung Butterschmalz oder Schweinefett verwendet wurde. Uneingeweihte schöpften niemals Verdacht, daß die vorgesetzten Speisen nicht die gebräuchlichen Fette enthielten.

Im Haushalt meiner Eltern erzeugte die Verwendung von 7 Pfund gehärteten Sesamöls und von 7 Pfund gehärteten Baumwollsamenöls das gleiche Urteil. Namentlich wurden hier die Hartöle auch zu feineren Backwaren mit Erfolg verwendet.

Diese Urteile wurden völlig bestätigt von zwei anderen im Laboratorium des Instituts beschäftigten Personen, in deren Familien ebenfalls mehrere Kilogramm gehärteter Öle Verwendung fanden.

* * *

Faßt man die Resultate der geschilderten Versuche zusammen, so kommt man zu dem Ergebnis:

1. Die gehärteten Öle sind weder äußerlich noch in ihrem analytischen Verhalten von Butterschmalz oder Schweinefett wesentlich verschieden.

2. Ihr Nickelgehalt ist so gering, daß er hygienisch keine Rolle spielt.

3. Sie enthalten auch sonst keine für die Verdauung oder das allgemeine Wohlbefinden schädlichen Stoffe, sondern werden im Gegenteil von Mensch und Tier gut vertragen.

4. Sie sind zu allen Verwendungsmöglichkeiten im Haushalt an Stelle der bisher gebräuchlichen Speisefette geeignet.

Es kann deshalb mit vollem Recht ausgesprochen werden, daß die Einführung der gehärteten Öle eine wertvolle Vermehrung unserer Speisefette darstellt, um so mehr als sich ihr Preis infolge des großen Angebots der Rohöle und der billigen Fabrikation voraussichtlich in mäßigen Grenzen halten wird. Speziell die Margarineindustrie wird in ihnen eine wegen ihrer hygienischen Unbedenklichkeit und Billigkeit willkommene Bereicherung der ihr zur Verfügung stehenden Fette begrüßen dürfen.

Es erübrigt mir zum Schlusse der Arbeit nochmals Herrn Prof. Dr. K. B. Lehmann zu danken für seine vielfachen Anregungen, sowie auch dem ersten Assistenten des Instituts, Herrn H. K. Lang, und meinen Vorgänger im Amte, Herrn Dr. W. Kemmer, für manchen guten Ratschlag, den sie mir im Laufe der Arbeit gegeben haben.

Bemerkungen zu der Arbeit von Stabsarzt Dr. E. Hesse:

„Über Paul Th. Müllers Schnellmethode der bakteriologischen Wasseruntersuchung."

Von

Prof. Paul Th. Müller.

(Aus dem Hygienischen Institut der Universität Graz.)

(Bei der Redaktion eingegangen am 24. September 1914.)

Ich möchte nur in aller Kürze einige Bemerkungen an Hesse's Ausführungen anknüpfen.

I. Zunächst eine sachliche Richtigstellung. Hesse schreibt S. 328:

»Von einer vor dem Zusatz des Eisenoxychlorids vorzunehmenden Alkalisierung des Wassers, die Müller in seiner ersten Veröffentlichung für zweckmäßig erachtet ...« »scheint er Abstand genommen zu haben.« Demgegenüber muß ich hervorheben, daß ich den Alkalizusatz nur für destilliertes Wasser oder für Wasserproben empfohlen hatte, die für sich allein keinen Niederschlag mit dem Fällungsmittel geben, bzw. für Proben, die wegen ihres hohen Bakteriengehalts stark mit destilliertem Wasser verdünnt werden mußten; dagegen habe ich nirgends davon gesprochen, daß jedes Wasser, wie Hesse meint, vor dem Zusatz des Eisenoxychlorids zu alkalisieren sei.

Hesse hat mich hier offenbar mißverstanden.

Nun zu einem wichtigeren Punkte.

II. Wie aus den Mitteilungen Hesses, S. 340, hervorgeht, haben er und seine Mitarbeiter stets bei Tageslicht gearbeitet, während ich in Graz mit Dr. Stampfel und Frl. Dr. Bartl stets bei künstlicher Beleuchtung (elektrische Glühbirne) mikroskopiert und gezählt haben. Es bedarf wohl keiner näheren Auseinandersetzung, und wird übrigens auch von Hesse vollkommen zugegeben, daß die Art der Beleuchtung von nicht geringem Einfluß auf das Zählergebnis sein kann, zumal wenn es sich um besonders schlecht gefärbte oder in ihrer Form zweifelhafte Elemente handelt. Solche werden zwar bei der kräftigen und gleichmäßigen Beleuchtung, wie sie künstliche Lichtquellen liefern, leicht zu erkennen sein, sie werden aber unter Umständen bei ungünstigen Lichtverhältnissen, bei stark bewölktem Himmel, bei niedrigem Sonnenstand, ungünstiger Lage des Mikroskopierraumes usw. leicht übersehen werden können, wenn man sich lediglich der natürlichen Lichtquellen bedient. Ganz besonders werden sich aber auch die individuellen Differenzen in der Form- und Farbenempfindlichkeit des Auges bei ungünstiger Beleuchtung viel stärker geltend machen müssen als bei kräftigem, künstlichem Licht, da im ersteren Falle ja manches unter den Schwellenwert des einen Beobachters zu liegen kommen wird, was für den anderen eben noch wahrnehmbar erscheint. Die Sicherheit der Beurteilung und Zählung wird daher bei künstlicher Beleuchtung eine größere sein als bei Verwendung von Tageslicht, was Hesse in der Tat auch bei zwei von drei ausgezählten Präparaten bestätigen konnte.

Es ist daher sehr schade, daß Hesse und seine Mitarbeiter diesen wichtigen Punkt bei unseren in Berlin und Graz durchgeführten Paralleluntersuchungen übersehen haben und von der von mir in meiner ersten Mitteilung gemachten Angabe, über die Verwendung künstlicher Beleuchtung abgewichen sind. Denn die Absicht, die wir mit diesen Paralleluntersuchungen verbanden, nämlich die Unterschiede festzustellen, die

sich bei der Auszählung der gleichen Präparate ergeben, ist natürlich durch die Benutzung verschiedener Lichtquellen wesentlich beeinträchtigt worden.

Es ist daher auch nicht möglich, sich darüber klar zu werden, inwieweit die Unterschiede, die sich bei den Parallelzählungen in Berlin und in Graz ergaben, auf die Verschiedenheit der benutzten Lichtquelle und inwieweit sie auf andere Momente zurückgeführt werden müssen. Zur Entscheidung dieser Frage wären neue Paralleluntersuchungen unter optimalen Beleuchtungsverhältnissen erforderlich.

III. Als Hauptursache der Differenzen zwischen den verschiedenen Beobachtern glaubt Hesse die Schwierigkeiten ansehen zu müssen, die sich bei der Beurteilung einzelner gefärbter Elemente im Gesichtsfeld, bei der Entscheidung, ob es sich um Bakterien handele oder nicht, ergeben können. Zunächst sei hier betont, daß diese Schwierigkeiten nicht etwa eine Eigenheit meiner Methode darstellen, sondern daß sie naturgemäß allen mikroskopischen Bakterienzählungsmethoden anhaften, die nicht gerade mit Reinkulturen von großen und besonders deutlichen Bakterienformen arbeiten; sie werden sich also bei der Keimbestimmung im Trinkwasser ebenso einstellen, wie etwa bei der Zählung der im Abwasser, in den Fäzes, in der Milch enthaltenen Bakterien.

Ich will gerne zugeben, daß ich diese Schwierigkeit in meiner ersten Arbeit etwas unterschätzt habe. Sie wird sich besonders dann bemerkbar machen, wenn der Beobachter noch nicht auf die Methode eingearbeitet ist und plötzlich vor die Aufgabe gestellt wird, zu sagen, ob ein fragliches Gebilde bakterieller Natur ist oder nicht, ob ein in Teilung begriffenes Stäbchen für eines oder für zwei gezählt werden soll usf.

Mit zunehmender Übung verringert sich jedoch die Schwierigkeit und das Gefühl der Unsicherheit beträchtlich. Freilich, zweifelhafte Gebilde, die Anlaß zu Meinungsverschiedenheiten geben können, werden gelegentlich immer wieder vorkommen.

Die Frage ist nur, ob ihnen praktische Bedeutung zukommt und ob sie Anlaß zu großen Zähldifferenzen geben. — Wie bekannt, hatten wir in Graz auf Grund unserer Paralleluntersuchungen diese Frage verneinen zu müssen geglaubt, während Hesse und seine Mitarbeiter größeren Unterschieden bei der gesonderten Auszählung derselben Präparate begegneten.

III. Zur Erklärung dafür, daß wir bei unseren Untersuchungen in Graz eine weit bessere Übereinstimmung zwischen den verschiedenen Beobachtern erzielt hatten als die Berliner Forscher, zieht Hesse folgende Momente heran:

»1. Verwendung der gleichmäßigen und zum Teil besseren künstlichen Lichtquelle auf unserer Seite;

2. daß bei ungleichmäßiger Verteilung der Bakterien im Präparat von uns oft mehr als 20 Gesichtsfelder ausgezählt wurden;

3. daß meine Mitarbeiter sich an besseren, gleichmäßigeren Präparaten einarbeiten konnten;

4. endlich, daß infolge Meinungsaustausches zwischen den einzelnen Untersuchern eine gegenseitige subjektive Beeinflussung stattgefunden habe, die sich auch dann noch geltend mache, wenn weiterhin vollkommen unabhängig gezählt werde. Letztere Annahme begründet Hesse mit der Beobachtung, daß nach wiederholten Besprechungen über einzelne fragliche Elemente die ursprünglich großen Differenzen zwischen ihm und Fürst allmählich geringer wurden und schließlich in manchen Gesichtsfeldern Übereinstimmungen erzielt wurden, die denen Müllers und seiner Mitarbeiter recht nahe kommen.«

Diese Angabe ist sehr interessant und stimmt mit unseren eigenen Beobachtungen überein. Nur in der Deutung derselben glaube ich einen etwas anderen Standpunkt einnehmen zu müssen wie Hesse. Natürlich gebe ich ohne weiteres zu, daß eine solche gegenseitige Beeinflussung bei der gemeinsamen Einübung der Methode tatsächlich erfolgt; nur glaube ich, daß

der Effekt dieses Meinungsaustausches im wesentlichen in der gegenseitigen Erziehung zum mikroskopischen Sehen, in der Schärfung der Aufmerksamkeit, in der Festlegung gewisser konventioneller Momente bei der Beurteilung einzelner zweifelhafter Elemente gelegen sein dürfte. Ich möchte daher gerade die Tatsache, daß nach gemeinsamer Einübung zweier Beobachter die anfänglich vorhandenen Unterschiede der Zählergebnisse verschwinden, als einen Beweis dafür ansehen, daß meine Methode doch einer größeren Genauigkeit fähig ist, als Hesse angenommen hat.

V. Zu meiner großen Freude erkennt übrigens Hesse die Brauchbarkeit der Methode für praktische Zwecke, für die sie ja in allererster Linie bestimmt und ausgearbeitet war, vollkommen an. Daß sie auch bei der Lösung mancher wissenschaftlicher Fragen gute Dienste leisten kann, glaube ich in meiner Arbeit über die Rolle der Protozoen bei der Selbstreinigung stehender Gewässer gezeigt zu haben.

Über Keimzählung mittels flüssiger Nährböden mit besonderer Berücksichtigung der Kolititerverfahren.

Von
Dr. Ernst Krombholz.

(Aus dem Hygienischen Institut der Universität Wien.)

(Bei der Redaktion eingegangen am 10. Oktober 1914.)

I.

Die frühesten Methoden der Reinzüchtung und Keimzählung in der Mikrobiologie waren als „Verfahren der stärksten Verdünnung" auf der Kultur der Mikroorganismen in flüssigen Nährmedien begründet.

Die Fortbildung der Verdünnungsmethoden von ihren ersten Anfängen zur exakten „Einzell-Kultur", wie sie für Sproßpilze in erster Linie Hansen, für Spaltpilze Fitz und Miquel angegeben haben, führte zu einer Übereinstimmung der Verfahren insoferne, als man in der Ausgangsflüssigkeit zunächst durch mikroskopische Zählung oder durch einen orientierenden Vorversuch den ursprünglichen Keimgehalt annähernd festzustellen suchte und hieraus berechnete, in welchem Maße die Verdünnung zu geschehen habe, damit je ein Keim auf ein bestimmtes Vielfache eines meßbaren Quantums komme, eines Quantums, das, in einer entsprechenden Zahl von Aussaaten überimpft, nur in einem gewissen maximalen Prozentsatz solcher Einzelversuche bei Bebrütung Wachstum ergeben durfte. Die Zahl dieser Einzelversuche und der zulässige Prozentsatz der Wachstum ergebenden Aussaaten

variiert bei den verschiedenen Autoren. So hat Hansen[1]) seine Hefeaufschwemmungen mit Wasser so weit verdünnt, als nötig war, daß auf 1 ccm der endlichen Wassermischung 0,5 Zellen kamen und daß in einer Reihe von Aussaaten zu je 1 ccm nur jede zweite eine Hefezelle beherberge, Fitz[2]) desgleichen die noch unreinen Bakterienkulturen so weit, daß im Durchschnitt auf 5 bis 10 Tropfen der verdünnten und gut gemischten Flüssigkeit eine Spaltpilzzelle komme.

Davon säte er dann je einen Tropfen auf 50 mit Kulturflüssigkeit beschickte Kölbchen aus und erwartete, daß von 50 Kölbchen im Laufe der nächsten Woche 5 bis 10 Pilzentwicklung zeigten.

Daß die Verdünnungsmethode auch in dieser Form, und mag die Mischung noch so sorgfältig geschehen sein, keine absolute Sicherheit für den Ursprung der resultierenden Kulturen von je einem Keim gebe, war diesen Forschern bekannt und Hansen hat für die Reinkultur von Hefezellen nicht nur bezüglich des Kochschen Gelatineverfahrens eine Methode der exakten Einzellkultur beschrieben, sondern auch bezüglich des Verdünnungsverfahrens angegeben, wie in jedem einzelnen Fall entschieden werden könne, ob dem Postulat der Einzellkultur dabei entsprochen sei oder nicht.

Insoferne nun die Voraussetzung zutrifft, daß für die Entwicklung der Mikroorganismen in so beimpften Kulturkölbchen ihr Ausgang von einem einzigen Keim angenommen werden darf, kann offenbar aus dem Gesamtbetrag der verimpften Flüssigkeitsmenge und der Zahl der Kölbchen, die Wachstum zeigen, ein berechtigter Schluß auf den Keimgehalt der Suspension gezogen werden. Der Fehler, der unter den Bedingungen dieser frühen Methoden der Reinkultur mit der unkontrollierten Annahme des Zutreffens dieser Voraussetzung begangen wird, ist, wie noch später zu zeigen sein wird und wie jenen Autoren schon die praktischen Ergebnisse ihrer Reinkulturmethoden bewiesen, nicht von solcher Bedeutung, daß er den Wert einer solchen Zählung voll-

1) Hansen, Ztschr. f. wiss. Mikr. 1, 1884, S. 191.
2) Ber. d. D. chem. Ges. 1882. Zit. n. Hansen l. c.

kommen aufheben würde und die ermittelten Zahlen nicht wenigstens brauchbare Relationen ergäben.

Zuerst hat Nägeli[1]) die Verdünnungsmethode nicht für die Zwecke der Reinkultur verwendet, sondern um die Vermehrungsfähigkeit der Spaltpilze aus der Zeit zu berechnen, die bei abgestufter Aussaat zur Erzielung gleicher biologischer Leistungen in der Kultur nötig sind.

Die erste direkte Zählung von Bakterien mittels dieser Methode hat Buchner[2]) ausgeführt gelegentlich der Reinzüchtung von Milzbrandbakterien, wobei er zerriebene Milzpulpa mit pilzfreiem Wasser so hochgradig verdünnte, „daß auf einen nicht zu kleinen Raumteil, z. B. 10 ccm, nur mehr durchschnittlich je ein einziger Pilz trifft". In solcher Abmessung brachte er dann die Aufschwemmung in einem geeigneten flüssigen Nährsubstrat zur Aussaat.

Die Überlegungen, die ihn dabei zu einer Keimzählung veranlaßten, gibt er in einer Fußnote in der folgenden Weise an.

„Sobald die richtige Grenze der Verdünnung überschritten wird, bleibt natürlich ein Teil der Aussaaten erfolglos, weil kein Pilz mehr durch dieselben übertragen wurde. Hierin bietet sich, nebenbei bemerkt, ein Mittel, um die Menge der Pilze im Ausgangsmateriale zu bestimmen. Wenn z. B. von einer größeren Zahl gleichzeitiger Aussaaten die Hälfte ohne Erfolg bleibt, so ist die Wahrscheinlichkeit, daß in dem zu den Infektionen verwendeten Raumteil der Verdünnung noch ein Pilz vorhanden war, gleich ½. Aus dieser Größe und der bekannten Verdünnungszahl läßt sich die ursprüngliche Pilzmenge berechnen." Eine analoge Methode war Miquels[3]) Methode der statistischen Untersuchung der Bakterien des Luftstaubes durch Kulturversuche, wobei Luft durch eine Anzahl von Ballons aspiriert wurde, die mit Nährlösung erfüllt waren, so daß sie ihren Weg durch diese Nährlösung nehmen

1) Nägeli-Schwendner, Das Mikroskop (2), 1877.

2) Über die experimentelle Erzeugung des Milzbrandkontagiums aus den Heubazillen. Nägeli, Untersuchungen über niedere Pilze, 1882, S. 140.

3) Annuaire de l'observatoire de Montsouris 1879—1888, zit. n. Hansen l. c.

mußte, um aus dem Gesamtvolumen der aspirierten Luft und der Anzahl der Wachstum zeigenden Kölbchen ihren Keimgehalt zu berechnen.

Dabei sollte mindestens die Hälfte der zum Versuch verwendeten Ballons steril bleiben.

Die Verwendbarkeit dieser recht exakten Zählmethoden wird durch den Umstand wesentlich eingeschränkt, daß sie entweder eine ziemlich genaue Orientierung über den zu erwartenden Keimgehalt des Untersuchungsobjektes schon voraussetzen, oder aber eine außerordentlich große Zahl von Einzelversuchen bedingen, indem ja die Keimsuspension einerseits in so kleinen Dosen ausgesät werden muß, daß nicht jede Kultur, sondern höchstens die Hälfte derselben dabei infiziert werde, anderseits die ausgesäte Gesamtmenge doch so groß zu nehmen ist, daß sie überhaupt Keime sicher enthält.

Nur bei Anstellung einer sehr großen, in der Praxis kaum zu leistenden Anzahl von Einzelversuchen könnte die Keimzählung in dieser korrekten Anwendungsweise der Verdünnungsmethode innerhalb eines weiteren Spielraumes des möglichen Keimgehaltes auf ein brauchbares Ergebnis mit Sicherheit rechnen.

Darum haben auch diese Methoden der Keimzählung mittels flüssiger Nährböden keine allgemeine Verwendung gefunden, und sie sind nach Einführung der durchsichtigen, gelatinierenden Nährböden Kochs durch das Plattenverfahren zunächst ganz in den Hintergrund gedrängt worden.

Erst im Gefolge der weiteren Ausbildung der bakteriologischen Untersuchungsmethoden haben sie, wenn auch in minder exakten, aus den Bedürfnissen der Praxis sich ergebenden Formen eine gewisse Geltung wiedergewonnen, da die Verwendung flüssiger Nährböden zur Zählung des Keimgehaltes in Suspensionen gewisse Vorteile bietet, die der Kochschen Methode der Plattenkulturen mangelt.

Zunächst ist bei den flüssigen Nährböden die Einbringung weitaus größerer Mengen der Keimsuspensionen ohne weiteres möglich als bei den gelatinierenden Nährböden, wo sie in der Regel auf einzelne ccm beschränkt ist.

Auch ist mit ihrer Hilfe eine Keimzählung noch ohne weiteres durchführbar, wenn eine Keimsuspension so wenig dicht ist, daß erst in einem wesentlich größeren Volumen als einzelnen Kubikzentimetern auf das regelmäßige Erscheinen einzelner Keime zu rechnen ist. Die flüssigen Nährböden machen die Zählung bezüglich der Keimdichte von jener unteren Grenze frei, die für die Kochsche Plattenmethode im allgemeinen gegeben ist und vielfach dazu geführt hat, ein Substrat als keimfrei zu bezeichnen, wenn die Aussaat weniger Kubikzentimeter desselben kein Bakterienwachstum ergeben hat. Ihre Verwendung erweitert so das Gebiet der Keimzählung in einer für gewisse praktische Zwecke höchst wünschenswerten Weise.

Endlich können die flüssigen Nährböden durch geeignete Zusätze so modifiziert werden, daß sie das Wachstum gewisser Mikroorganismen begünstigen und deren Anwesenheit durch gewisse dabei eintretende Veränderungen erkennen lassen. Damit ist aber die Möglichkeit gegeben, die Zahl der Individuen einer besonderen Art in Keimgemischen isoliert zu bestimmen, eine sehr wertvolle Leistung, die mittels des Kochschen Plattenverfahrens entweder überhaupt nicht oder nur auf eine bedeutend umständlichere Weise zu erzielen ist.

Diese Vorzüge der Methode erklären es, daß auch in der Ära des Kochschen Plattenverfahrens die Keimzählung mittels flüssiger Nährmedien nicht etwa ihre Bedeutung ganz verloren hat, vielmehr Verfahren, die unter Verwendung solcher Nährböden auf die Zählung gewisser Keimarten in Bakteriengemischen ausgehen, eine gewisse Geltung speziell im Dienste der bakteriologischen Wasseruntersuchung erlangen konnten. Unter diesen hat die Bestimmung des Gehaltes von Wasserproben an Bacterium coli eine andere, ähnliche Methoden weit überragende Bedeutung gewonnen, so daß die weitere Entwicklung der Keimzählungsmethoden mittels flüssiger Nährböden im wesentlichen als die Entwicklung der Methoden zur Prüfung des Wassers auf seinen Gehalt an Kolibazillen dargestellt werden kann, insofern diese Methoden als quantitative in Betracht kommen.

Ihren Ausgang hat diese Art der bakteriologischen Wasseruntersuchung in der Zeit nach der Entdeckung der Typhusbazillen von den Bestrebungen französischer Autoren genommen, durch die Untersuchung der als Ansteckungsquelle verdächtigten Trinkwässer auf Typhusbazillen ihrem Einfluß auf die Verbreitung des Abdominaltyphus nachzugehen.

Als der anfangs nicht seltene, vermeintliche Nachweis von Typhusbazillen in verdächtigen Wässern der bald einsetzenden Kritik nicht standhielt und die Untersuchung der Wässer auf Typhusbazillen mit der Durchführung einer strengen, bakteriologischen Identifizierung der Bazillen sich als fast aussichtslos erwies, hielt man doch an den verwendeten Anreicherungsverfahren, denen eine spezifische Wirkung für Typhusbazillen ja nicht zukam, fest, da der damit sich oft ergebende Befund von Kolibazillen in solchen Wassern als ein verläßliches Zeichen stattgehabter, fäkulenter Verunreinigung gedeutet wurde.

Die Auffassung der Kolibazillen als typischer Fäkalbakterien und die Deutung ihres Nachweises im Wasser als Kriterium stattgehabter fäkulenter Verunreinigung brachte es mit sich, daß man in der Ermittelung ihrer Anwesenheit an sich die wesentliche Aufgabe der Untersuchung sah.

Demgemäß wurde die Menge des auf diese Weise zu prüfenden Wassers im allgemeinen so gewählt, als man für reichlich bemessen hielt, um ein Wasser für überhaupt frei davon halten zu dürfen, wenn in dem untersuchten Quantum keine Kolibazillen nachzuweisen sind.

Diese Menge ist bei den verschiedenen Autoren eine sehr verschiedene.

Vincent[1]), der zuerst Wasser unter Verwendung flüssiger Nährmedien auf Fäkalbakterien untersuchte, begnügte sich mit der Aussaat von je 5 bis 15 Tropfen in mehreren Kulturröhrchen, während schon Peré[2]) die Untersuchung großer Flüssigkeitsmengen auf diese Weise empfiehlt: zunächst die Prüfung von ca. 100 ccm des Wassers auf Fäkalbakterien, bei negativem Ausfall

1) Ann. de l'Inst. Pasteur 4, 1890, S. 772.
2) Ann. de l'Inst. Pasteur 5, 1891, S. 79.

dieser Probe ihre Wiederholung mit ca. 1 l. Zwischen solchen Extremen schwanken auch die Quantitäten, mit denen spätere Autoren ihre Untersuchungen anstellten, soweit sie nur auf den Nachweis von Bacterium coli überhaupt ausgingen und von der Frage nach seiner Zahl ganz absahen.

Es erübrigt sich, diesen Verschiedenheiten im einzelnen nachzugehen; von Interesse ist, worauf Kabrhel[1]) hinweist, daß bei dieser Art der Untersuchung in der Wahl des zu prüfenden Wasserquantums ein quantitatives Moment im Sinne einer Titerbestimmung liegt, indem die Menge, deren Prüfung für den Nachweis von Bacterium coli an sich als ausreichend angesehen wird, insoferne ein Maß für die Reichlichkeit seines Vorkommens in der zu untersuchenden Wasserprobe bildet, als nur oberhalb eines gewissen Minimalgehaltes sein Nachweis auf diese Weise zu erwarten ist, hingegen Wässer, deren Koligehalt unterhalb dieser Grenze liegt, nach diesen Grundsätzen als absolut kolifrei und darum als unbedenklich erscheinen werden, während die Entscheidung eigentlich auf der Anwendung eines a priori gesetzten Grenzwertes beruht.

Das Willkürliche und Zufällige der Entscheidung wird noch gesteigert durch den Einfluß, den die verschiedene Empfindlichkeit der von den Autoren zum Kolinachweis angewendeten Anreicherungsverfahren, sowie die von ihnen festgehaltene, verschieden weite Fassung des Begriffes Bacterium coli auf die Untersuchungsergebnisse hat.

Aber schon dieErfahrung, wie sie Miquel[2]), Freudenreich[3]), Abba[4]), Weißenfeld[5]) und andere mehr bei ihren Untersuchungen machten, daß nämlich der Unterschied verschiedener Wasserproben gegenüber der Koliprobe nur in der verschiedenen Menge gelegen ist, die zur Kultur verarbeitet werden muß, um

1) Ztschr. f. Hyg. 76, 1912, S. 256.
2) Manuel practique d'analyse bacteriologique des l'eaux, 1891.
3) Zentralbl. f. Bakt. I. Orig. 18, 1895, S. 102.
4) La Riforma med. 1895, Nr. 170. Zit. n. Zentralbl. f. Bakt. I, Ref. 19, S. 224.
5) Ztschr. f. Hyg. 35, 1900, S. 78.

ein positives Resultat zu geben, mußte diese Methode der Untersuchung ad absurdum führen.

Frühzeitig war darum eine Reihe von Autoren zu der Anschauung gekommen, daß nicht der Nachweis des Bacterium coli an sich, sondern nur die Ermittelung seiner Zahl in den zu untersuchenden Wässern für ihre Begutachtung von wesentlicher Bedeutung sei. Mannigfaltige Untersuchungsmethoden in den verschiedensten Modifikationen sind in der Folge für diesen Zweck in Vorschlag gebracht und angewendet worden, von denen aber in den Rahmen der vorliegenden Arbeit nur jene fallen, welche die Technik der Keimzählung mittels flüssiger Nährböden anwenden. Dabei soll von den differenten Kulturverfahren, deren sich die Untersucher bedienten, zunächst ganz abgesehen und von den zahlreichen Varianten in der Bemessung der zu prüfenden Fraktionen als der quantitativen Grundlage der Titerbestimmung nur repräsentative Beispiele genannt werden.

Eine Methode zur quantitativen Bestimmung von Kolibazillen in Wasserproben mittels flüssiger Nährböden hat zuerst Th. Smith und zwar schon 1891 geübt, worauf er[1]) 1895 speziell hinwies, veranlaßt durch eine Publikation v. Freudenreichs[2]) aus jenem Jahr, in der die Bedeutung des quantitativen Moments bei der Untersuchung von Wasserproben auf B. coli gleichfalls in bestimmter Weise betont und ein geeignetes Verfahren zu ihrer quantitativen Einschätzung angegeben wird.

Smith[3]) hat eine Reihe der von ihm in die Bakteriologie eingeführten, heute allgemein in Gebrauch stehenden Gärkölbchen, gewöhnlich zehn, jedes mit der gleichen Menge Wasser beschickt, darin auf Gärfähigkeit gegenüber Traubenzucker bei 37° geprüft und aus der Zahl der Kölbchen mit positivem Ergebnis sowie der verimpften Menge des Wassers dessen Gehalt an Kolikeimen approximativ berechnet. In der Bemessung des zu prüfenden Quantums richtete er sich nach der Provenienz des Wassers.

1) Zentralbl. f. Bakt. I. Orig. 18, 1895, S. 494.

2) Zentralbl. f. Bakt. I. Orig. 18, 1895, S. 102.

3) Thirteenth Annual Report of the State Board of Health of N. Y. for 1892. Zit. n. Prescott-Winslow, Elements of Water Bacteriology, N. Y. 1913.

Eine Zählung ergibt sich nach dieser Methode jeweils freilich nur innerhalb eines eng begrenzten Teilspielraumes des möglichen Keimgehaltes, so daß sie a priori eine Annahme bezüglich des zu ermittelnden Wertes in weitgehender Annäherung schon voraussetzt.

Die von Freudenreich benutzte Methode bestand darin, daß er je eine Anzahl mit Milchzuckerbouillon gefüllter Kolben — ihre Zahl ist nicht angegeben, in einer späteren Publikation nennt er vier — mit je 20, 10, 1, 0,1 und 0,01 Tropfen, das sind also 1,0, 0,5, 0,05, 0,005 und 0,0005 ccm des zu untersuchenden Wassers beschickte und auf diese Weise die kleinste Menge des Wassers bestimmte, in der B. coli noch regelmäßig nachweisbar war.

Die einander bedingenden Vorteile und Mängel dieser beiden Methoden — größerer Zählbereich bei geringerer Verläßlichkeit der Zählung einerseits, größere Verläßlichkeit bei eng begrenztem Zählbereich anderseits — zeigen auch die Methoden der späteren Autoren in größerem oder geringerem Grade.

Englische und amerikanische Untersucher haben zuerst bei ihren „Routine"-Untersuchungen im Dienste der bakteriologischen Wasserkontrolle sich mit der fortlaufenden Prüfung einzelner Stichproben und zwar entweder eines einzelnen, bestimmten Quantums, z. B. von 1 ccm, oder zweier und mehrerer solcher Stichproben in abgestufter Abmessung begnügt.

Die Ergebnisse solcher Untersuchungen finden sich in der diesbezüglichen Literatur in statistischen Zusammenstellungen gegeben, indem verzeichnet wird, wie oft in der Zahl der Untersuchungen eines größeren Zeitintervalles eine bestimmte Titergrenze sich ergab und diese Daten als Verhältniszahlen für die zu vergleichenden Zeitintervalle einander gegenübergestellt werden.

In den „Elements of Water Bacteriology" von Prescott & Winslow, N. Y. 1913, finden sich derartige Zusammenstellungen in großer Zahl. Es wird aber dort auch eine zutreffende Kritik dieser Art der Darstellung gegeben, indem darauf hingewiesen wird, daß sie unter gewissen Bedingungen zur allgemeinen Charakterisierung von Gewässern wohl geeignet sei; so wenn wesentliche

Schwankungen im Koligehalt entweder nicht in Frage kommen, wie z. B. gelegentlich bei Filteranlagen, deren wohlgeordneter Betrieb die Konstanz ihrer Leistung verbürgt, oder wenn mit solchen Schwankungen ohnehin gerechnet werde, wie bei Oberflächenwässern. Für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Filteranlagen seien aber gerade die einzelnen Schwankungen im Koligehalt des Filtrates von Bedeutung. Wenn von einem Wasser gefordert werde, von Proben einer gewissen Abmessung dürften nur 4% Koli zeigen, so habe das nur einen Sinn, wenn diese Proben zur selben Zeit entnommen und geprüft werden. Hier sei die übliche statistische Darstellung irreführend. Auch auf den Unterschied zwischen zufälligen Schwankungen der Ergebnisse bei gleichbleibendem Koligehalt und den wesentlichen Änderungen des Kolititers infolge Änderung der Kolizahl wird an dieser Stelle wenigstens durch eine zutreffende Veranschaulichung hingewiesen.

Es scheint aber die Bestimmung des Kolititers nach dieser Methode, durch die Prüfung einzelner, nach Minuspotenzen von Zehn abgestuften Abmessungen der Wasserprobe ziemlich allgemein angewendet zu werden. Sie wurde auch über Vorschlag ihres Committee on Standard Methods of Water Analysis von der American Public Health Association auf ihrer Versammlung in Washington, 1912, als eine Standardmethode akzeptiert[1]).

In Deutschland hat zuerst Petruschky[2]) die Kolititerbestimmung in dieser Art der systematischen Dosierung wirksam empfohlen.

In Frankreich und England verwenden wenigstens einzelne Autoren eine größere Sorgfalt auf die Bestimmung des Kolititers, wie Vincent[3]), der ihn in engeren Intervallen durch die Untersuchung von 200, 100, 50, 10 und 1 ccm und von da abwärts von 20, 15, 10, 5 und 2 Tropfen zu ermitteln sucht, und Gautier[4]), der je zwei Proben zu 100, 80, 50, 20 und 10, sowie je drei zu 1, 0,5, 0,25 und 0,05 prüft, oder der Londoner Bak-

1) Prescott u. Winslow, l. c., S. 138.
2) Ztschr. f. Hyg. 43, 1903, S. 304.
3) Ann. de l'Inst. Pasteur 19, 1905, S. 233.
4) Ann. de l'Inst. Pasteur 19, 1905, S. 124.

teriologe Houston, der nach Minuspotenzen von 10 fallende Mengen in dreifachen Proben untersucht und für die Bestimmung des Titers nur den positiven Ausfall von mindestens zweien solcher Proben gelten läßt.

Eine praktische Bedeutung als Zählmethode haben von diesen verschiedenen Verfahren wohl nur jene, denen infolge Erstreckung der Untersuchung über Stichproben verschiedener Abmessung ein größerer Zählbereich zukommt. Allen diesen Methoden ist gemeinsam, daß sie auf solche Weise die kleinste Menge des Wassers zu ermitteln suchen, in der Bacterium coli noch nachweisbar ist. Die Deutung dieses Befundes als Ausdruck eines bestimmten Gehaltes der Wasserprobe an spezifischen Keimen ist nur möglich unter Voraussetzung einer Reihe von Annahmen, deren Zulässigkeit den Wert des ganzen Verfahrens als einer quantitativen Methode bestimmt, aber durchaus nicht von vornherein evident ist. Hier ist zunächst ein Moment von Wichtigkeit, auf das zwar schon früher verschiedene Autoren aufmerksam gemacht haben, das aber wohl erst Kabrhel[1]) in seiner Bedeutung richtig eingeschätzt hat, nämlich die differente Empfindlichkeit der verschiedenen, gebräuchlichen Anreicherungsverfahren.

Das Optimum der Empfindlichkeit ist gegeben, wenn ein Verfahren schon bei Anwesenheit von nur einem spezifischen Keim in der zur Anreicherung verwendeten Menge eine charakteristische, positive Reaktion gibt. Diesem Ideal entsprechen nun nachweislich die üblichen Kolianreicherungsmethoden in der Regel nicht, vielmehr ist im allgemeinen die Anwesenheit einer größeren Anzahl von Kolikeimen in der zu prüfenden Traktion notwendig, um Wachstum und die damit verbundenen, charakteristischen Änderungen des Nährsubstrates zu bewirken.

Es sollte also jedes anzuwendende Anreicherungsverfahren zunächst auf seine Empfindlichkeit geprüft und diese bestimmt werden. Ohne die Kenntnis ihrer Empfindlichkeit sind die mittels verschiedener Verfahren gewonnenen Titerwerte untereinander nicht vergleichbar. Anderseits weist Kabrhel darauf hin, daß die unter Festhaltung einer bestimmten Untersuchungsmethode

1) Ztschr. f. Hyg. 76, 1912, S. 256.

geübte quantitative Abschätzung des Bact. coli im Trinkwasser ihren Wert für seine Begutachtung nicht einbüßt, auch wenn die Empfindlichkeit des angewendeten Anreicherungsverfahrens nicht die optimale ist, da ja die ermittelten Größen doch brauchbare Relativbeziehungen ergeben.

Viele Untersucher begnügen sich nun damit, die kleinste Menge, in der Kolibazillen noch gefunden wurden, ohne weiteres als den ermittelten Titer anzugeben und beziehen Differenzen des Titers verschiedener Wasserproben auf entsprechende Abweichungen im Gehalt an spezifischen Bakterien, ohne die so gewonnenen Werte bezüglich Genauigkeit und Verläßlichkeit näher zu prüfen.

Dagegen findet sich bei kritischen Autoren wie Marmann[1]) und Gärtner[2]) wohl bemerkt, daß den üblichen Titerbestimmungsmethoden doch ein hoher Grad von Ungenauigkeit anhaftet. Marmann weist darauf hin, daß bei der Ermittelung des Kolititers durch die Untersuchung abgestufter Mengen wie 100, 10, 1, 0,1 0,01 usw. ccm es im Falle eines bestimmten, positiven Ergebnisses noch immer ungewiß sei, ob sich Kolibazillen in 1 oder 9, 10 oder 90, 100 oder 900 ccm finden.

Gärtner meint, daß man, wenn bei Untersuchung einer solchen Reihe z. B. in 1 ccm Koli gefunden werde, in 0,1 ccm dagegen nicht, man in 1 ccm Wasser einen Kolikeim vermuten könne, aber ohne gewaltsame Annahme auch bis zu neun. Setze man die Reihe fort, so ergebe sich, daß mit einiger Wahrscheinlichkeit in 1 ccm enthalten sein könne

1—9	Kolibazillen,	wenn	die	Kolireaktion	in	1 ccm
10—90	»	»	»	»	»	0,1 ccm
100—900	»	»	»	»	»	0,01 ccm

gefunden werde usw.

Die Werte, die man mit den üblichen auf Anwendung der Vorkulturen beruhenden Verfahren gewinne, seien also stets nur entfernt angenäherte, die leicht um das Zehnfache zu groß oder zu klein seien, bei Vergleichen um das Hundertfache differieren könnten.

---

1) Zentralbl. f. Bakt. I. Orig. 50, 1909, S. 267.
2) Ztschr. f. Hyg. 67, 1910, S. 55.

Diese Fehlereinschätzung geht jedoch von einer Voraussetzung aus, die stillschweigend gemacht ist, deren Zulässigkeit aber selbst erst diskutiert werden muß. Denn es ist leicht einzusehen, daß nur bei vollkommen gleichmäßiger Verteilung der Keime eine solche Aufstellung absolut berechtigt ist, da nur in diesem Fall, bei einem Minimum von 10 Keimen pro ccm, sicher darauf gerechnet werden kann, in 0,1 ccm Koli zu finden, während bei Anwesenheit von 1 bis 9 Keimen pro ccm diese Sicherheit nur für 1,0 ccm gegeben ist usw. Von dem Grade der Wahrscheinlichkeit einer solchen absolut gleichmäßigen räumlichen Verteilung der Keime in ihrem Suspensionsmedium oder einer bestimmten Annäherung an diesen Zustand hängt aber die Tragweite der ganzen Überlegung erst ab.

Nun ist jedem Untersucher, der sich mit Titerbestimmungen beschäftigt, die Erscheinung wohlbekannt, daß der Nachweis der spezifischen Bakterien nicht selten in einer kleineren der abgestuften Dosen gelingt, in einer größeren mißglückt. In Amerika, wo das Kolititerverfahren frühzeitig und vielfach Anwendung gefunden hat, wurde die Erscheinung bald statistisch verfolgt, so von Winslow und Hunnewell[1]) sowie von Whiple[2]). Wer nun bei solchen Untersuchungen von der Annahme einer absolut gleichmäßigen Verteilung der Kolikeime in der zu untersuchenden Wasserprobe ausgeht, dem müssen solche Ergebnisse als „Unstimmigkeiten" in hohem Maße auffallen.

Denn die notwendige Folge einer solchen Annahme ist, daß Keime in einer größeren Dosis sicher vorhanden sind, wenn sie in einer kleineren erscheinen, daß alle Kulturen mit größerer Wassereinsaat als derjenigen, bei der gerade noch die charakteristische Reaktion entsteht, ebenfalls und erst recht Koli enthalten, wie dies Konrich[3]) gelegentlich einer Versuchsreihe zum Vergleich zweier verschiedener Koliprüfungsverfahren, des Verfahrens von Mc Konkeys und des Eijkmannschen, ausdrücklich hervorhebt. Bei diesen Untersuchungen beobachtete nun Konrich nicht selten,

1) Journal of Med. Res. 8, 1902, S. 502. Zit. n. Prescott u. Winslow l.c.
2) Techn. Quaterly 16, 1903, S. 18. Zit. n. Prescott u. Winslow l. c.
3) Klin. Jb. 23, 1909.

daß eine größere Aussaat in den Gärkölbchen nur Säure, eine kleinere auch Gas bildete, und daß aus den nur gesäuerten Kulturen sich in der Mehrzahl der Fälle durch Nachkultur Koliarten nicht isolieren ließen.

Besonders auffällig waren Konrich aber immer die Unstimmigkeiten in den Gastitern bei genau gleich angestellten Parallelreihen. In der Verdünnungsmethode könnte die Ursache unmöglich liegen, denn dann gäbe es überhaupt kein für die Praxis brauchbares Verdünnungsverfahren, da man jede einzelne Verdünnung der Wässer nicht jedesmal minutenlang schütteln könne. Konrich hat diese Erscheinung zu ergründen versucht, indem er in mehreren — bis acht — bezüglich der Manipulationen und Aussaatmengen vollkommen gleich behandelte Reihen von Gärkölbchen künstlich mit Fäzes infiziertes Wasser durch Aussaat in abgestuften Mengen auf seinen Kolititer untersuchte und diese Reihenversuche mit verschiedenen Nährmedien (Mc Konkeys und Eijkmanns) sowie bei verschiedener Temperatur (37°, 42°, 46°) wiederholte. Es ergab sich aber innerhalb aller gleichbehandelter Reihen eine sehr große Unregelmäßigkeit in der Gastiterhöhe, deren Ursache er nicht ermitteln konnte.

Dieser Mangel der Regelmäßigkeit in den Ergebnissen selbst bei künstlich infizierten Wässern könne aber das Vertrauen in die Zuverlässigkeit des Kolititers schwerlich heben[1]). Auch Fromme[2]) bringt auf Grund seiner Untersuchungen statistische Zusammenstellungen über den mißglückten Nachweis in größeren Mengen neben positivem Befund für kleinere, bei denen also nach seiner Auffassung der Nachweis der „zweifellos vorhandenen" Kolibazillen nicht gelang. Indem er die trotz negativen Ergebnisses n der größeren Abmessung nur auf Grund des kolipositiven Befundes in der kleineren Menge bezüglich ihres Koligehaltes gewerteten Proben in seinen Untersuchungen denen mit durchaus positivem Ergebnis von gleicher Titergrenze gegenüberstellt,

1) Warum Versuche mit Fäzesaufschwemmungen zur Prüfung eines Titerbestimmungsverfahrens, besonders eines mit Verdünnungen arbeitenden, wenig geeignet sind, darauf wird später noch zurückzukommen sein.

2) Ztschr. f. Hyg. 65, 1910, S. 251.

kommt er allerdings zu einem auffallend hohen Prozentsatz mißglückter Reaktionen. Freilich steht und fällt die Bedeutung dieser Statistik mit der Zulässigkeit der Vorstellung einer absolut gleichmäßigen, räumlichen Verteilung der Keime im flüssigen Medium.

Kenii Saito[1]), der 108 Brunnenwässer Japans auf ihren Koligehalt nach der Titermethode untersuchte, ist auch auf die fragliche Erscheinung gestoßen und erklärt sie in der Weise, daß „offenbar in solchen Brunnenwässern der Kolibazillus nur in relativ wenigen Exemplaren vorhanden war", also wohl durch ungleichmäßige Verteilung dieser wenigen Bazillen.

Marmann[2]) weist direkt darauf hin, daß das Titerverfahren eigentlich voraussetzt, daß die Keime stets gleichmäßig verteilt seien, daß es aber sehr leicht vorkommen könne, daß sich ein Kolikeim in eine kleinere Wassermenge „verirrt" und dann eine höhere Kolizahl angezeigt werde, als tatsächlich vorhanden ist.

Und auch Gärtner[3]) macht darauf aufmerksam, daß alle nach dem Titerverfahren arbeitenden Methoden den großen Fehler haben, durch eine ungleichmäßige Verteilung der Bakterien in der Flüssigkeit zu ungenauen Resultaten zu führen, und bezeichnet es als durchaus unwahrscheinlich, daß die Kolibazillen im Wasser gleichmäßig verteilt seien. „Pflegen sie doch nicht einzeln, sondern in Schwärmen in das Wasser zu kommen, angebacken an Kotteilchen oder zusammenschwimmend im Schmutzwasser. Leicht kann also in zwei kurz nacheinander geschöpften Kubikzentimetern Wasser je ein Bakterium sein, und in der nächsten oder den nächsten 10 ccm-Proben ist keines. Es kann in 100 ccm Wasser ein Koli sein, und es kann in $^1/_{100}$ ccm ein Keim gefunden werden."

Ohlmüller und Spitta dagegen behaupten freilich in ihrem Handbuch über die Untersuchung und Beurteilung des Wassers und Abwassers, daß, wenn ein zwischen zwei positiven Röhrchen stehendes Röhrchen bei der Titerbestimmung klar geblieben ist, das entweder für mangelhafte Mischung zwischen

1) Arch. f. Hyg. 63, 1907, S. 215.
2) Zentralbl. f. Bakt. I, Orig. 50, 1909, S. 267.
3) Ztschr. f. Hyg. 67, 1910, S. 55.

Impfquantum und Nährlösung oder für künstliche Verunreinigung des auf das klare Röhrchen folgenden spreche.

Die in diesen „Unstimmigkeiten" zum Ausdruck kommende Unzuverlässigkeit der Titermethoden trifft in vollem Maße nur jene Untersuchungsverfahren, die sich mit der Prüfung einzelner Stichproben in abgestufter Abmessung begnügen.

Günstiger gestellt in dieser Beziehung sind jene Verfahren, bei denen die Titerbestimmung auf der Untersuchung mehrerer Stichproben für jede Stufe der Abmessung beruht, wie bei den Verfahren, die Gautier oder Houston beobachteten (s. oben S. 160). Doch fehlt auch hier jeder Maßstab dafür, welcher Grad der Verläßlichkeit der Methode eigentlich zuzuschreiben ist und welche Tragweite die so ermittelten Resultate haben. Der ganzen Titermethodik fehlt die eigentliche Grundlage ihrer exakten Verwertbarkeit.

II.

Die Keimzählungen, wie sie in der Praxis geübt werden, beruhen in der Regel auf der Untersuchung relativ kleiner Bruchteile des Untersuchungsobjektes als einzelner herausgegriffener Stichproben, deren festgestellte Qualitäten auf die Gesamtheit der Beobachtungsmasse ohne weiteres übertragen werden. Eine solche Übertragung ist nur dann vorbehaltlos zulässig, wenn die Beschaffenheit der gesamten Beobachtungsmasse eine absolut gleichmäßige in allen Teilen ist, wie dies bei chemischen Untersuchungen zutrifft, deren typisches Objekt eben gleichteilige Stoffe sind. Wo diese Voraussetzung aber nicht gegeben ist — und es ist unmittelbar einzusehen, daß dies bezüglich der Objekte unserer Keimgehaltsbestimmungen durchaus der Fall ist —, kann ein derartiges Verfahren als korrekte, quantitative Methode nur gelten, insoferne wir imstande sind, uns über die Fehlergrenzen Rechenschaft zu geben, innerhalb deren eine Übertragung der Ergebnisse unserer Stichprobenuntersuchungen auf die gesamte Beobachtungsmasse zulässig ist, und wenn wir festzustellen vermögen, mit welcher Genauigkeit eine Übereinstimmung unserer Stichproben-

untersuchungen mit der einer erschöpfenden Untersuchung des gesamten Beobachtungsobjektes logischerweise zu erwarten ist.

Die Leistungsfähigkeit der Keimzählungs- und speziell der Titermethoden hängt also ab von der dabei vorauszusetzenden oder zu postulierenden Verteilung der Keime in ihrem Suspensionsmedium.

Bezeichnen wir als gesetzmäßig ein Geschehen, das durch die Realisierung gewisser Bedingungen eindeutig bestimmt erscheint; als zufällig, insoferne es einer Vielheit von Gestaltungsmöglichkeiten angehört, deren Realisierung durch das von Fall zu Fall variable und darum ungewisse Verhalten gemeinsamer Bedingungen bestimmt wird, so können wir in Analogie damit von einer gesetzmäßigen und zufälligen räumlichen Anordnung diskreter Dinge im Raume sprechen und diese Unterscheidung auch bei Bakteriensuspensionen jeder Art auf die Verteilung der aufgeschwemmten Keime in ihrem Medium anwenden.

Als gesetzmäßig im Sinne der gegebenen Definition werden wir zum Beispiel jene räumliche Verteilung der Keime bezeichnen, wie sie in einer sonst nicht bewegten Bakteriensuspension unter der Einwirkung der Schwerkraft durch Sedimentierung resultiert, wie sie in solchen Suspensionen an den sie begrenzenden Wandungen oder an suspendierten, korpuskulären Elementen anderer Art durch Adsorption erfolgt, oder wie sie für Bakterienkulturen in flüssigen Nährböden die Wuchsverbände bedingen.

Die sich so ergebende räumliche Verteilung ist als eine gesetzmäßige selbstverständlich nur insoferne zu bezeichnen, als sie durch die sie bedingenden besonderen Einflüsse bestimmt erscheint, in jeder anderen Hinsicht kann sie eine durchaus zufällige sein. So wird z. B. die aus einer dreidimensional zufälligen Anordnung der Keime in einem flüssigen Medium durch Sedimentierung sich ergebende nur in bezug auf eine Dimension eine gesetzmäßige werden, bezüglich der beiden anderen eine zufällige bleiben können; die Anordnung der Keime z. B. in einer Wasserprobe, in der sich Wuchsverbände finden, eben nur in bezug auf diese Häufung, im übrigen aber dadurch nicht bestimmt sein. Anderseits wird durch dahinzielende Einwirkungen, z. B. beim Schütteln einer Bakterien-

suspension, eine zufällige Verteilung der Keime nur bis zu dem Grade sich ergeben, als es gelingt, eventuell vorhandene, gesetzmäßige Verteilungen dadurch aufzuheben.

Die Zustände räumlicher Verteilung von Keimen, wie sie sich in Bakteriensuspensionen unter der Einwirkung gesetzmäßiger Einflüsse ergeben, sind als Häufungen in irgendeinem Sinn stets Beispiele ungleichmäßiger Verteilung im Raum, die für jeden Einzelfall in ihrer besonderen Art völlig bestimmbar sein und bestimmt werden müßten, um eine Keimzählung durch eine Stichprobenerhebung zu ermöglichen.

Nur jener Zustand der räumlichen Anordnung der Keime, wie wir ihn nach Vornahme wiederholter und hinlänglich zahlreicher Durchmischungen für Bakteriensuspensionen im allgemeinen annehmen dürfen, nämlich die rein zufällige Verteilung der Keime in ihrem Suspensionsmedium, bietet eine zulässige und für die Praxis zugängliche Grundlage für die Zählung von Keimen durch die Untersuchung einzelner Stichproben, denn sie bietet die Möglichkeit einer universellen Behandlung der in der Praxis sich ergebenden, verschiedenen Einzelfälle.

Eine solche, rein zufällige Verteilung der Keime in ihrem Suspensionsmedium sind wir im allgemeinen berechtigt vorauszusetzen, wenn eine hinreichende Durchmischung der Keimsuspension mit zureichendem Grund anzunehmen ist. Wie sonst in ähnlichen Fällen, z. B. bei der hinlänglich zahlreichen und wiederholten Durchmischung verschiedenfarbiger Kugeln, dürfen wir auch hier jede einzelne, bestimmte Anordnung, die denkbar ist, für gleich wahrscheinlich halten und als den Zustand der Verteilung, welcher der größten Menge denkbarer, gleichwahrscheinlicher Verhaltungsweisen entspricht, eine weitgehend gleichmäßige Verteilung als den wahrscheinlichsten Zustand erwarten, so daß also in einer hinlänglich durchmischten Bakteriensuspension in gleichen Raumteilen mit einer gewissen Annäherung gleiche Zahlen von Bakterien anzunehmen sind. Dabei ist zu bemerken, daß ein solcher Zustand, wenn die Bedingungen seiner Existenz gegeben sind, als ein stabiler in dem Sinne anzusehen ist, als er der größten Menge überhaupt möglicher Verhaltungsweisen entspricht, also

als ein Zustand, von dem wir mit größter Wahrscheinlichkeit annehmen dürfen, daß er auch zeitlich nur innerhalb gewisser Grenzen schwankt.

Die fortgesetzte Durchmischung einer Suspension kann also nur den Zweck haben, einen so charakterisierten Zustand zu schaffen oder, wenn er einmal vorhanden ist, ihn zu erhalten; wir dürfen aber nicht erwarten, durch fortgesetztes Mischen vielleicht eine asymptotische Annäherung an den Zustand absolut gleichmäßiger Verteilung der Suspensa zu erzielen. Die an die Voraussetzung einer rein zufälligen Verteilung der Keime geknüpften Annahmen gelten demnach für jeden beliebigen Zeitpunkt der Dauer jenes Zustandes und sind insoferne von der Zeit unabhängig.

Wenn man also imstande wäre, die in einem bestimmten Zeitpunkt gegebene Verteilung der Bakterien in einer hinreichend durchmischten Suspension zu fixieren und die Keimzahlen zu erkennen, die in verschiedenen, herauszugreifenden gleichen Raumteilen gegeben sind, so ist anzunehmen, daß die erhaltenen, verschiedenen Zahlen in der Größe ihrer Abweichung von einem Mittelwert einerseits und ihrer relativen Häufigkeit anderseits die gleiche Beziehung zeigen werden, wie wir sie bei den Ergebnissen der gewöhnlichen Zufallsspiele und überhaupt in allen Fällen der statistischen Beobachtung zu finden gewohnt sind, wo es sich um die Ergebnisse des Zusammenwirkens zahlreicher, voneinander unabhängiger und in entgegengesetzten Richtungen wirkenden Koeffizienten handelt.

Der Mittelwert der unter diesen Voraussetzungen sich ergebenden Zahlen wird dabei in zutreffender Weise den Keimgehalt der ganzen Untersuchungsmasse charakterisieren, indem er bei fortschreitender Zählung mit immer größerer Annäherung die Keimzahl ergibt, die bei absolut gleichmäßiger Verteilung der Keime der Beobachtungsmasse auf das der Untersuchung zugrunde gelegte Volumelement entfiele.

Dieser allgemeine Mittelwert ist also der uns eigentlich interessierende, der „wahre“ Wert der ganzen Reihe, als dessen Repräsentanten die erwmittelten Keimzahlen der einzelnen Raumelemente erscheinen. Der Grad der Genauigkeit und Verläßlich-

keit, mit der die festgestellte Keimzahl eines einzelnen solchen Raumteiles den zugehörigen Mittelwert repräsentiert, ist aus der Wahrscheinlichkeit größerer oder geringerer Abweichungen unmittelbar zu erschließen. Die dabei bestehenden bestimmten Beziehungen zwischen der numerischen Wahrscheinlichkeit bestimmter Abweichungen, ausgedrückt in Bruchteilen des Mittelwertes und der Größe dieses Mittelwertes selbst, sind durch die Formel des Gaußschen Fehlergesetzes gegeben, so daß die Wahrscheinlichkeit verschiedener Fehlerbeträge für die unter bestimmten Bedingungen erfolgten Beobachtungen nicht jedesmal erst ermittelt werden muß, sondern ein- für allemal feststeht.

Auf die Zählung von Objekten in zufälliger räumlicher Verteilung zur Bestimmung ihrer Dichte in einer Suspension hat wohl zuerst Abbe[1]) diese Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung angewendet. Gelegentlich der Demonstration des bei C. Zeiß angefertigten, bekannten Apparates zur Zählung von Blutkörperchen in der Jenaischen Gesellschaft für Medizin und Naturwissenschaft wurde von ihm auch erörtert, welche Fehler die Zählmethode an sich, abgesehen von Fehlern im Apparat und bloßen Irrtümern beim Zählen nur durch die zufällige Unregelmäßigkeit der Verteilung gewärtigen läßt und ferner darauf hingewiesen, daß diese Frage für alle Untersuchungen ähnlicher Art praktische Bedeutung habe.

Die Gültigkeit der Regel über die Häufigkeit der verschiedenen Abweichungen von dem Mittelwert einer zufälligen Schwankungen ausgesetzten Zahl, wie sie die Theorie der Beobachtungsfehler aufstellt, sei nur an die Voraussetzung geknüpft, „daß sie klein ist im Verhältnis zur Quadratwurzel derjenigen Zahl, welche den größtmöglichen Inhalt des betreffenden Zählgebietes angibt, daß also, falls es sich um räumlich verteilte Objekte handelt, der in Betracht kommende mittlere Inhalt eines Volumens nur ein geringer Bruchteil sei von der Quadratwurzel aus der Anzahl, welche dieses Volumen vollständig erfüllen würde".

Wo diese Bedingung erfüllt ist, wie das bei stark verdünntem Blute für die Blutkörperchen gewiß der Fall ist, kann man nach

1) Gesammelte Abhandlungen 1, S. 173.

der bekannten Formel berechnen, in welchem Spielraum beim Abzählen der Objekte in einem bestimmten Volumen die Resultate der einzelnen Zählungen um ihren Mittelwert schwanken werden. Auch der „wahrscheinliche Fehler", d. i. diejenige Abweichung, die bei vielfacher Wiederholung der Beobachtung ebenso oft überschritten als nicht erreicht wird, läßt sich in einfacher Weise als Bruchteil dieses Mittelwertes berechnen. Die Wahrscheinlichkeit einer beliebigen Abweichung aber ist durch ihr Verhältnis zum Betrag der festgestellten wahrscheinlichen Abweichung nach allgemein gültiger Norm bestimmbar, so daß ohne weiteres zu ermessen ist, welches Zutrauen das Resultat einer Einzelbeobachtung verdient, d. h. welche Annäherung an den Mittelwert es mit einiger Sicherheit erwarten läßt. Daraus ergibt sich eine Richtschnur dafür, bis zu welcher Gesamtziffer eine Blutkörperchenzählung im Zählapparat ausgedehnt werden müsse, um den wahrscheinlichen Fehler auf ein bestimmtes Maß und die Wahrscheinlichkeit eines bestimmten Fehlers auf einen beliebigen Wert zu bringen, wodurch die Tragweite der erhaltenen Zahlen erst begrenzt wird.

Ein vollständiges Analogon dieser Art der Blutkörperchenzählung bildet die mikroskopische Auszählung von Bakterien in der Zählkammer. Es sind aber die Regeln der Beobachtungswertung auf diese Art der Zählung in präziser Weise bisher noch nicht angewendet worden. Darum interessieren die vorliegenden Arbeiten über Kammerzählung von Bakterien hier nur insoferne, als sie uns ebenso wie analoge Arbeiten über Keimzählung mittels Kulturverfahren zeigen, was über das tatsächliche Verhalten von Keimen in Bakteriensuspensionen bezüglich ihrer räumlichen Verteilung und deren Einfluß auf die Zählergebnisse durch empirische Beobachtung bisher ermittelt wurde.

Zunächst hat Winterberg[1]) für die Kammerzählung von Bakterien die Abhängigkeit des Spielraumes der Abweichungen von der Höhe der Durchschnittszahl im allgemeinen gezeigt, aber nur an dem Gang der mittleren, prozentischen Abweichung je dreier Zählungen von ihrem Mittel bei verschieden dicht be-

1) Ztschr. f. Hyg. 29, 1898, S. 75.

schickter Kammer. Der Zählfehler sei im allgemeinen um so kleiner, je größer die Keimzahl sei, wie aus der folgenden Zusammenstellung ersichtlich werde.

Versuch	Mittelwert	Mittlere Prozent-Abweichung
I	1229,6	1,8%
II	727,75	2,6%
III	319	7,9%
IV	108	13,6%
V	37	19,9%

Aus diesen Versuchen und einer Reihe anderer gehe hervor, daß bei Durchzählung einer ganzen Kammer der Zählungsfehler im Mittel zwischen 1,8 und 13,6% schwankt. Für die Methode der Kammerzählung ergebe sich daraus die Regel, die Zählung bei möglichst dichter Beschickung der Kammer vorzunehmen. Zählt man eine Kammer vollständig durch, so werde der Zählfehler im allgemeinen erträglich sein.

Dieser Arbeit gegenüber bringt die Untersuchung von Hehewerth[1]) über die mikroskopische Zählungsmethode von A. Klein in der Fehlerbestimmung keinen Fortschritt. Hehewerth bemerkt zwar, daß die Zählung einer größeren Zahl von Gesichtsfeldern des gefärbten Ausstrichpräparates ein genaueres Resultat ergibt, bezeichnet aber die Zählung von 50 Gesichtsfeldern ohne Rücksicht auf die Höhe des Mittelwertes als ausreichend. Er stützt sich dabei auf die Prozentabweichung je zweier solcher Zählungen von ihrem Mittelwert, der bei dreißig solchen Versuchen selten höher als 10 war und im Durchschnitt 7,3% betrug. Diese Zählungen sind durchwegs an relativ dichten Aufschwemmungen mit reichlich besetzten Gesichtsfeldern ausgeführt.

Korrekter sind die Fehlerberechnungen von Ellermann und Erlandsen[2]) bezüglich ihrer dem Kleinschen Verfahren ähnlichen, aber exakteren Methode der mikroskopischen Bak-

1) Arch. f. Hyg. 39, 1901, S. 321.
2) Ztschr. f. Hyg. 61, 1908, S. 219.

terienzählung, die sie gelegentlich ihrer Studien über die physikalischen Verhältnisse bei verschiedenen Homogenisierungs- und Sedimentierungsmethoden zum Nachweis von Tuberkelbazillen im Sputum anstellten. Sie demonstrierten in dieser Arbeit die Genauigkeit ihrer Zählung in drei Versuchen an den Ergebnissen mehrerer Zählungen von je 100 Gesichtsfeldern, indem sie deren Mittelfehler als $\sqrt{\frac{\Sigma p a^2}{n-1}}$, der Wurzel aus der Summe der Quadrate aller Abweichungen von ihrem Mittel dividiert mit der um eins verminderten Zahl der Beobachtungen bestimmten. Die Mittelfehler der Mittelzahlen von je 100 Gesichtsfeldzählungen berechnete sich bei einer Mittelzahl von 5,7 pro Gesichtsfeld nach den Ergebnissen von fünf solchen Zählungen mit 0,9, d. i. 16% der Mittelzahl, bei einer Mittelzahl von 10,4 ebenso mit 0,9, d. i. 9% der Mittelzahl und nach den Ergebnissen von zehn Zählungen bei einer Mittelzahl von 7,4 mit 0,5, d. i. 7% der Mittelzahl. Daraus schließen die Autoren, daß sie bei Zählung von 100 Gesichtsfeldern und einer Mittelzahl von 7 bis 10 Bazillen pro Gesichtsfeld nur mit einem Mittelfehler von 7 bis 9% der Mittelzahl arbeiten.

Es sind aber auch hier die vorgenommenen Zählungen viel zu spärlich, um über den wirklichen Betrag des Mittelfehlers einen einigermaßen verläßlichen Aufschluß[1]) zu geben.

Auch Jörgensen[2]) bringt in seiner Nachprüfung der Zähltechnik von Ellermann und Erlandsen nicht mehr als diese Autoren.

In bezug auf die Bakterienzählung mittels des Kulturverfahrens hat wohl zuerst Körber[3]) in einer eingehenden, aber kaum

1) Den hohen Grad der Unsicherheit, der diesen Werten anhaftet, zeigt die Berechnung ihres mittleren Fehlers nach der dafür geltenden Formel $m_\sigma = \frac{\sigma}{\sqrt{2 \cdot n}}$, wo σ den Mittelfehler und n die Anzahl der Zählungen bedeutet, auf der seine Bestimmung beruht. Es ergeben sich dann für die obigen drei Mittelfehler die Spielräume von 10,8—20,8%, 5,9—11,4% und 5,3—8,2%, innerhalb deren es für drei Fälle, die zur Beobachtung kommen, etwa bei zweien zu erwarten ist, also ein hohes Maß der Ungenauigkeit der ganzen Bestimmung.

2) Ztschr. f. Hyg. 66, 1910, S. 315.

3) Ztschr. f. Hyg. 16, 1894, S. 513.

beachteten Studie über die Esmarchschen Rollröhrchen den Einfluß der räumlichen Verteilung der Bakterien auf die Zählergebnisse näher verfolgt. Er beobachtete in sechs Versuchsreihen, daß die während derselben Versuchsreihe durch Totalzählung von je 10 Röhrchen ermittelten Zahlen nicht vollkommen übereinstimmen. Die kleineren Abweichungen vom Mittel ergaben sich bei den größeren, die größeren Abweichungen bei den kleineren absoluten Zahlen. Diese Schwankungen betrugen trotz sorgfältigem Schütteln der Lösungen 2 bis 4%. Die Verteilung der Bakterien auch in gut gemischten wässerigen Aufschwemmungen ergebe sich eben als eine gleichmäßige nur insoferne, als dies bei einer völlig zufälligen Verteilung zu erwarten sei.

Den Betrag des wahrscheinlichen Fehlers, mit dem man sich daher bei allen quantitativen Untersuchungen über die Keimzahl in wässerigen Aufschwemmungen werde abfinden müssen, gibt er mit $\mp 3\%$ an, als der vermeintlichen Größe der Abweichung, wie sie nach den Lehren der Wahrscheinlichkeitsrechnung bei einer völlig zufälligen Verteilung zu erwarten sei.

Bei partiellen Zählungen an Rollröhrchen ergaben sich in solchen Versuchsreihen gegenüber den Totalzählungen wesentlich größere Abweichungen, die aber hier durch Formfehler der Röhrchen kompliziert sind.

Neisser[1]) hat in seiner bekannten Arbeit über die mikroskopische Plattenzählung nur die Abweichungen der einzelnen Zählresultate derselben Platte gegenüber dem Durchschnitt mehrerer Zählresultate untersucht und experimentell gezeigt, wie bei gegebener Kolonienzahl die Abweichungen wiederholter Zählungen voneinander um so geringer werden, je mehr Gesichtsfelder bei den einzelnen Bestimmungen ausgezählt werden. Eine gewisse Übereinstimmung der einzelnen Zählungen dürfe nur erwartet werden, wenn jede Durchzählung sich auf ein der gegebenen Kolonienzahl der Kulturplatte entsprechendes Areal erstrecke, da infolge der „nicht mathematisch genauen" Verteilung der Kolonien auf den Platten erst aus der Durchzählung einer größeren

1) Ztschr. f. Hyg. 20, 1895, S. 119.

Anzahl von Gesichtsfeldern auf die durchschnittliche Kolonienzahl eines Gesichtsfeldes geschlossen werden könne.

Aus solchen Zählungen ergab sich empirisch, daß bei einer Kolonienzahl von 1500 und darüber die Durchzählung eines Areales, das etwa dem 500. Teil der Platte entspricht, von seltenen Ausnahmen abgesehen, der Fehler höchstens $-\,1/8$ oder $+\,1/7$ betrug. Eine unter solchen Verhältnissen vorgenommene Zählung werde in jedem Fall ein genügend genaues Resultat ergeben; bei kolonienärmeren Platten sei eine entsprechend größere Zahl von Gesichtsfeldern auszuzählen. Für quantitative Experimente empfehle sich, nicht die zufällig gezählten Werte, sondern die unter Berücksichtigung des ermittelten Zählfehlers von $-\,1/8$ und $+\,1/7$ berechneten Grenzwerte anzugeben, da aus Differenzen, die innerhalb der Zählerfehlergrenze liegen, man im allgemeinen keine Schlüsse ziehen könne.

In einer neueren Publikation, dem Abschnitt über qualitatives und quantitatives Arbeiten in der Bakteriologie aus dem Handbuch der Hygiene[1]) gibt Neisser für die mikroskopische Plattenzählung bei Auszählung von 30 Gesichtsfeldern, die etwa dem 500. Teil der Platte entsprechen, einen Zählfehler von 20 bis 25% an.

Auch bezüglich der Lupenzählung von Platten nennt Neisser in dieser Arbeit Werte für die Abweichung der einzelnen Zählresultate von einem Durchschnitt mehrerer Zählresultate derselben Platte. Für die partielle Lupenzählung, deren Zählgebiet etwa von 200 bis 2000 Keimen reiche, hätten ausführliche Versuche unter Auszählung ungefähr des vierten Teiles der Platte mit Neissers Zählapparat ergeben, daß man dabei mit 14% Abweichungsfehler rechnen müsse.

In allen diesen Arbeiten sind aber die tatsächlich geltenden Beziehungen zwischen den Grenzen individueller Abweichungen vom zugehörigen Mittelwert und ihrer relativen Häufigkeit wohl beiläufig, aber nicht exakt dargestellt, und ein Maß für die Zuverlässigkeit der empirisch ermittelten Fehlergrenzen ist nicht gegeben.

1) Rubner-Gruber-Ficker, Hb. d. Hyg. 3/1, 1913, S. 185.

Eine mathematische Behandlung vom Standpunkt der Wahrscheinlichkeitstheorie, wie sie für die Blutkörperchenzählung durch Abbe längst erfolgt ist, steht für die Keimzählungsmethodik noch aus. Eine solche Betrachtung kann sich aber auch nicht auf das Beobachtungsmaterial stützen, das in den oben besprochenen Untersuchungen niedergelegt ist, da das System der dort vorgenommenen Zählungen diesem Zweck nicht entspricht.

Die Aufgabe der empirischen Beobachtung in solchen Fällen kann nur darin bestehen, zu untersuchen, ob in dem vorliegenden Problem die objektiven Voraussetzungen für die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsaufstellungen tatsächlich gegeben sind, wie in der Theorie des Gaußschen Fehlergesetzes entsprechen. Es handelt sich also hier darum, zu zeigen, daß in Bakteriensuspensionen bei entsprechender Durchmischung eine räumliche Verteilung der Keime sich erzielen läßt, die einer rein zufälligen sich in weitgehendem Maße annähert, so daß die Ergebnisse zahlreicher Stichprobenzählungen bei konstanten allgemeinen Bedingungen in der relativen Häufigkeit größerer oder geringerer Abweichungen von ihrem Mittelwert eine Dispersion zeigen, wie sie in jedem Fall zu erwarten ist, wo eine Größe irgendwelcher Art infolge rein zufälliger Unregelmäßigkeiten um einen gewissen Mittelwert schwankt

Auf diesbezüglich angestellte Versuche wird in einer folgenden Arbeit über Keimzählung mittels gelatinierender Nährböden näher eingegangen werden müssen. Es soll daher nur einer dieser Versuche als ein repräsentativer einigermaßen in extenso, eine Reihe anderer nur in ihren entscheidenden Ergebnissen hier zur Darstellung kommen.

Die Versuche wurden im allgemeinen so durchgeführt, daß eine größere Menge sterilisierten und filtrierten Leitungswassers mit einer filtrierten Suspension von Bacterium coli in Reinkultur versetzt und entsprechend durchgeschüttelt wurde. Eine Serie von Agarplatten, mit je 1 ccm des so infizierten Wassers angelegt, wurde bei 37° mehrere Tage bis zur Konstanz der Kolonienzahl bebrütet und deren Kolonienzahl dann durch wiederholte Lupenzählung bestimmt.

Eine Serie von 98 Zählungen dieser Art ergab bezüglich derselben Bakterienaufschwemmung die folgenden Werte pro Kubikzentimeter:

154	164	157	150	169	136	161
147	133	129	151	174	165	154
147	163	144	153	138	159	164
158	146	142	169	143	156	150
155	154	128	132	145	143	154
160	138	143	149	135	198	166
167	151	146	162	141	170	183
165	157	152	132	147	168	173
156	148	165	159	176	169	167
158	154	150	147	151	167	168
128	142	157	173	155	150	183
156	168	163	160	154	147	150
175	168	153	162	161	160	136
160	154	163	180	162	159	140

Bezüglich dieser Werte ist nun die Beziehung der relativen Häufigkeit, mit der sie zur Beobachtung kamen, zu der Größe der Abweichung von ihrem Mittelwert zu prüfen, mit dem die Einzelwerte behaftet sind und die sich so ergebende „Verteilung" der Fehler um den wahren Wert mit jener Fehlerverteilung zu vergleichen, wie sie in der idealen Fehlerkurve erscheint[1]). Eine solche Übereinstimmung ist aber natürlich nur insoferne zu erwarten, als die Fälle der Beobachtung hinreichend zahlreich sind, um die Wahrscheinlichkeit der Realisierung bestimmter Abweichungen in ihrer relativen Häufigkeit in ausgeglichener Form zum Ausdruck zu bringen. Aus diesem Grunde, wegen der relativ kleinen Zahl der Beobachtungen in der vorliegenden Reihe, ist es notwendig, zum Vergleich der gegebenen Verteilung der Werte mit der idealen sie zu Klassen mit einem größeren Spielraum zu gruppieren. Ordnen wir sie in einer Beobachtungsreihe zu Klassen mit einem

1) Über die Methodik solcher Prüfungen unterrichtet Johannsen in seinem Buch »Elemente der exakten Erblichkeitslehre mit Grundzügen der biologischen Variationsstatistik«, Fischer, Jena 1913, in einer auch für mathematisch nicht speziell Vorgebildete leicht faßlichen Weise.

Spielraum von je 10 Einheiten, so ergibt sich die folgende Verteilung der 98 Fälle:

Tabelle II.

Klassengrenzen	110,5	120,5	130,5	140,5	150,5	160,5	170,5	180,5	190,5	200,5
Anzahl der Fälle	0	3	9	22	30	25	6	2	1	

Daraus berechnet sich der Mittelwert M der Beobachtungsreihe mit $M = 155{,}3$ und ihre Standardabweichung oder Streuung σ als die Wurzel der mittleren quadratischen Abweichung mit $\sigma = 13{,}09$. Die Zuverläßlichkeit dieser Bestimmung der Standardabweichung, dem fehlertheoretisch bestem Maß der Dispersion, charakterisiert sich durch den zu berechnenden mittleren Fehler derselben $m_\sigma = \frac{\sigma}{\sqrt{2n}}$, indem hier die Anzahl der Beobachtungen $n = 98$ ist, mit $m_\sigma = \mp 0{,}94$ und die Zuverläßlichkeit obiger Mittelwertbestimmung durch den mittleren Fehler des Mittelwertes als $m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \mp 1{,}32$.

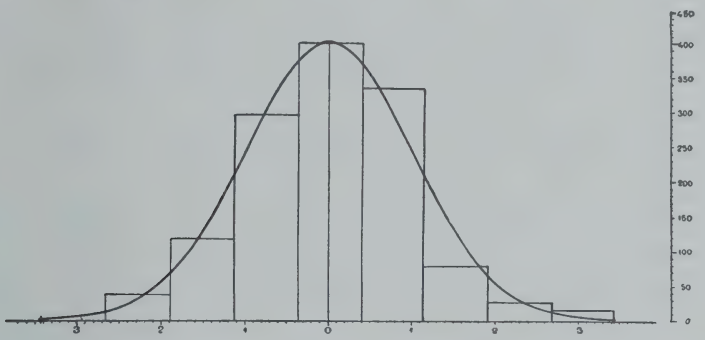
Die Standardabweichung dieser Beobachtungsreihe stimmt mit der bei idealer Fehlerverteilung für den gegebenen Mittelwert zu berechnenden gut überein, indem dieser mit 12,5 sich der Standardabweichung der Beobachtungsreihe $\sigma = 13{,}09$ weit innerhalb der Grenzen nähert, die durch den mittleren Fehler seiner Berechnung mit $\mp 0{,}9$ gegeben sind.

Tabelle III.

Klassengrenzen der Abweichungen	Standardwert der Klassengrenzen	Berechnete Häufigkeit der Abweichungen zwischen den Klassengrenzen		Gefundene Häufigkeit dieser Abweichungen	
		pro 10000	pro 98	pro 10000	pro 98
110,5	— 3,422				
		36	0,3	0	0
120,5	— 2,658				
		252	2,4	306	3
130,5	— 1,895				
		1023	10,0	918	9
140,5	— 1,131				
		2256	22,0	2245	22
150,5	— 0,367				
		2973	29,1	3061	30
160,5	+ 0,397				
		2228	22,0	2551	25
170,5	+ 1,161				
		957	9,3	612	6
180,5	+ 1,925				
		236	2,3	204	2
190,5	+ 2,689				
		34	0,3	102	1
200,5	+ 3,453				

Auch der Vergleich der Beobachtungsreihe mit der idealen Fehlerkurve zeigt eine für die relativ geringe Zahl der Bestimmungen gute Übereinstimmung, wie die Tabelle III ziffernmäßig und Fig. 1 in graphischer Darstellung zeigt.

Eine Reihe ähnlicher Versuche, angestellt mit Keimsuspensionen von anderem Keimgehalt, hatte analoge Ergebnisse. Die Übereinstimmung der in diesen Versuchen tatsächlich beob-



Graphischer Vergleich der gegebenen Beobachtungsreihe mit der idealen Verteilung. Die Zeichen der Grundlinie geben die Lage des Mittelwertes *M* (0), der Standardabweichung $\mp \sigma$ (1) sowie $\mp 2\sigma$ (2) und $\mp 3\sigma$ (2) an.

achteten Streuung mit der bei normaler Dispersion für die entsprechenden Mittelwerte zu berechnenden ist in der Tabelle IV veranschaulicht.

Tabelle IV.

Versuch Nr.	Anzahl der Zählungen	Deren Mittelw.	Standardabweichung der gefundenen Verteilung und ihr mittlerer Fehler	Standardabweichung der idealen Verteilung
1	80	5,6	$2{,}43 \mp 0{,}19$	2,37
2	66	38,3	$7{,}15 \mp 0{,}64$	6,19
3	98	155,3	$13{,}09 \mp 0{,}94$	12,46
4	98	344,3	$18{,}32 \mp 1{,}31$	18,55

Damit erscheint nachgewiesen, daß in ausreichend durchgemischten Keimsuspensionen bezüglich der räumlichen Verteilung der Keime tatsächlich ein Sachverhalt gegeben ist, welcher

die Aufstellung bestimmter, zahlenmäßig angebbarer Wahrscheinlichkeitsverhältnisse gestattet. Die Übereinstimmung der tatsächlich beobachteten Erfolge mit der a priori gegebenen Erwartungsbildung bestätigt nur, daß die Voraussetzungen der Anwendbarkeit jener Wahrscheinlichkeitsansätze gegeben sind, während diese selbst als mathematisch und logisch wohl begründet einer Bestätigung durch empirische Beobachtung nicht bedürfen.

Weiterer statistischer Beitrag zur Epidemiologie des Typhus in München während der Sanierungsperiode.

Von

Dr. **Richard Trommsdorff**, München.

(Bei der Redaktion eingegangen am 16. Dezember 1914.)

In einer vorhergehenden Arbeit[1]) wurde mit Rücksicht auf den vom Jahre 1880 zu 1881 beobachteten, bis heute nicht erklärten plötzlichen Abfall der Typhusmortalität in München der von Pettenkofer vermutete Zusammenhang zwischen Auftreten des Typhus und Vorhandensein von Schlachtstätten statistisch untersucht.

In der Tat ließ sich nachweisen, daß es wahrscheinlich ist, daß der Betrieb von Metzgereien in München in den Jahren vor 1881 hier das Auftreten des Typhus begünstigte, wenn auch nach unseren jetzigen Kenntnissen über die Verbreitung des Typhus außer Bodenverunreinigungen, an die Pettenkofer dachte, noch andere Erklärungsmöglichkeiten für das stärkere Befallensein der Metzgerhäuser von Typhus in den fraglichen Jahren heranzuziehen sind.

Da die statistische Untersuchung der Frage der „Bodenverunreinigungen" in der Sanierungsperiode Münchens aber angeschnitten war, wurde, einer Anregung von Herrn Geheimrat v. Gruber entsprechend, das vorhandene Material noch in einer weiteren Richtung benutzt: zur Prüfung der Frage, ob sich vielleicht ein Zusammenhang zwischen Auftreten des Typhus und bestehender bzw. nicht bestehender Hauskanalisation statistisch nachweisen ließe.[2])

1) Siehe dieses Archiv Bd. 83, H. 6, 1914, S. 255—283.

2) Der Einfluß der Fäkalienbeseitigung aus den Häusern mittels Schwemmkanalisation auf die Sanierung bezüglich Typhus läßt sich für

Diese Frage ist in bestimmter Richtung für die Jahre 1871 bis 1880 bereits einmal bearbeitet worden, und zwar in der umfangreichen Studie Königers[1]), die das Auftreten des Typhus in durch Höhenlage, Tiefe der Geröllschicht, Grundwasserverhältnisse usw. differenzierten Stadtteilen Münchens untersuchte. Hinsichtlich der Kanalisation führten die Zusammenstellungen Königers zu dem von ihm selbst als „ziemlich paradox" bezeichneten Ergebnis, daß „im nicht kanalisierten Gebiet die Disposition zu Typhus in geradem Verhältnis zur Größe der Grundwasserschwankungen steht, während in den Gebietsteilen mit alten Kanälen das umgekehrte Verhältnis stattfindet". — Die Arbeit Königers benutzte nur das Material der Typhussterbefälle.

Die vorliegenden Zusammenstellungen beziehen sich auf das Auftreten des Typhus in dem als „München l. d. Is." gekennzeichneten Stadtteile und berücksichtigen, außer den Todesfällen, die im Krankenhaus l. d. Is. beobachteten Erkrankungsfälle, d. h. also wohl die Mehrzahl sämtlicher in München l. d. Is. vorgekommener Typhusfälle. Die Erhebungen erstrecken sich auf die Jahre 1874—1890.

Betreffs des Materials und seiner Verarbeitung ist vollständig auf das in der vorhergehenden Arbeit unter diesem Titel bzw. zu Beginn der einzelnen Abschnitte Gesagte zu verweisen. Erwähnt sei hier nur noch, daß die Erhebungen hinsichtlich der Einrichtung der Kanalisation für die einzelnen Häuser aus den Eintragungen des Stadtbauamtes München geschahen. Typhus-Todes- und Erkrankungsfälle wurden in der vorliegenden Arbeit nicht differenziert, auch die Zahl der Typhus-Todes- bzw. Erkrankungsfälle nicht berücksichtigt; es wurde nur festgestellt, ob in einem Haus überhaupt Typhus, gleichgültig ob Todes- oder Erkrankungsfall, gleichgültig, ob ein oder mehrere Fälle, vorkam (s. auch weiter unten).

Zunächst wurde eine orientierende Zusammenstellung gemacht, die nicht das ganze Gebiet von München l. d. Is., sondern nur die Königerschen Terrassen II u. III, hiermit aber

---

München statistisch nicht untersuchen, da bereits zu der Zeit der Einführung der Schwemmkanalisation (1893), so wie auch heute, in München nur mehr vereinzelte Typhusfälle vorkamen.

1) M. Köniğer, Die Typhusmortalität in München während der Jahre 1871 bis 1880. (München 1886, Riegersche Buchhandlung.)

den größten Teil von München l. d. Is., betrafen, um zu sehen, wieviel Prozent die Häuser mit Kanalisation von sämtlichen Häusern, anderseits wieviel Prozent die von Typhus befallenen Häuser mit Kanalisation von sämtlichen Häusern mit Typhus ausmachten. Das diesbezügliche Material enthält die Tabelle I. Das Ergebnis war, daß für 13 der in Betracht gezogenen 17 Jahre (Ausnahme: 1880, 1883, 1886, 1887) und dementsprechend auch für den Durchschnitt der Jahre 1874—1890 die von Typhus befallenen Häuser mit Kanalisation einen größeren Prozentsatz sämtlicher von Typhus befallener Häuser überhaupt ausmachten, als dem Prozentsatz der kanalisierten Häuser von sämtlichen Häusern entsprochen hätte: während im Durchschnitt der Jahre 1874—1890 die kanalisierten Häuser **66,48%** sämtlicher Häuser ausmachten, waren von sämtlichen Häusern mit Typhus **68,9%** kanalisierte Häuser. — Dies Ergebnis wäre das Gegenteil dessen, was man eventuell erwartet hätte.

In der Zusammenstellung der Tabelle I wurden aber nur Häuser gezählt, die Einwohnerzahlen der Häuser wurden jedoch nicht berücksichtigt. Es war daher nicht ausgeschlossen, daß das Auftreten des Typhus in Häusern mit bzw. ohne Kanalisation sich völlig anders darstellen würde, wenn man die Einwohnerzahlen berücksichtigte, da es leicht möglich, ja vielleicht sogar anzunehmen war, daß bei der Einführung der Kanalisation erst die größeren und erst später die kleinen Anwesen kanalisiert wurden, daß also die kanalisierten Häuser mehr Einwohner als die nicht kanalisierten hatten, so daß bei einer eventuellen höheren Einwohnerzahl auch ein stärkeres Befallensein der kanalisierten Häuser von Typhus natürlich gewesen wäre. Es wurden daher weitere Zusammenstellungen mit Berücksichtigung der Einwohnerzahlen, und zwar für das Gesamtgebiet von München l. d. Is., gemacht.

Leider ließ sich die Einwohnerzahl nicht in direkten Vergleich zur Zahl der Gesamttyphusfälle bringen, da sich aus dem verfügbaren Material nicht ersehen ließ, wieweit Todes- bzw. Erkrankungsfälle ein und dieselben Fälle betrafen. Bei einer Trennung der Todes- und Erkrankungsfälle hätte man aber das Material in zwei kleinere Gruppen geteilt, was nach den Ergebnissen der vorhergehenden Arbeit möglichst zu vermeiden war, so daß

Tabelle I.

a)		Terrasse	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	Mittel der Jahre 1874—90
1.	Gesamt-Häuserzahl	II	3238	3329	3470	3559	3632	3708	3766	3787	3828	3876	3904	3968	4014	4125	4224	4323	4373	
2.		III	1551	1607	1692	1771	1814	1864	1891	1906	1927	1950	1971	2014	2042	2077	2140	2182	2219	
3.		Sm.	4789	4936	5162	5330	5446	5572	5657	5693	5755	5826	5875	5982	6056	6202	6364	6505	6592	
4.	Häuser mit Kanalisation	II	1959	2048	2090	2126	2153	2201	2238	2262	2322	2404	2449	2573	2890	3108	3308	3575	3743	
5.		III	926	973	992	1013	1082	1085	1115	1141	1152	1188	1257	1401	1467	1625	1759	1864	1921	
6.		Sm.	2885	3021	3082	3139	32,35	3286	3353	3403	3474	3592	3706	3974	4357	4733	5067	5439	5664	
7.	Häuser mit Kanalisation	II	60,49	61,52	60,23	59,73	59,28	59,36	59,41	59,73	60,66	62,01	62,73	64,83	72,01	75,36	78,3	82,69	85,59	
8.	% sämtl.	III	59,7	60,56	58,62	57,19	59,65	58,22	58,95	59,87	59,78	60,94	63,77	69,56	71,86	78,21	82,19	85,41	86,58	
9	Häuser	Sm.	**60,26**	**61,20**	**59,71**	**58,88**	**59,36**	**58,96**	**59,28**	**59,78**	**60,36**	**61,72**	**63,08**	**66,43**	**71,94**	**76,33**	**79,62**	**83,62**	**85,92**	**66,48**
b)																				
1.	Häuser mit Typhus	II	271	284	171	345	265	465	210	66	46	78	58	103	63	66	44	44	35	
2.		III	135	178	106	206	129	259	203	29	17	31	24	49	51	29	31	32	14	
3.		Sm.	406	462	277	551	394	724	413	95	63	109	82	152	114	95	75	76	49	
4.	Häuser mit	II	178	187	111	229	186	298	136	45	31	48	42	73	50	49	37	40	33	
5.	Kanalisation	III	82	103	70	111	78	158	105	14	10	15	12	31	23	23	25	29	14	
6.	mit Typhus	Sm.	260	290	181	340	264	456	241	59	41	63	54	104	73	72	62	69	47	
7.	Häuser mit Kanalisation mit Typhus	II	65,67	65,85	64,91	66,37	70,2	64,07	64,76	68,19	67,39	61,53	72,41	70,87	79,38	74,25	84,09	90,9	94,28	
8.	in % sämtl.	III	60,74	57,86	66,04	53,86	60,46	60,99	51,72	48,27	60,2	48,39	50,0	63,27	45,09	79,3	80,63	90,63	100,0	
9.	Häuser mit Typhus	Sm.	**64,04**	**62,77**	**65,34**	**61,7**	**67,01**	**62,99**	**58,34**	**62,12**	**65,09**	**57,8**	**65,86**	**68,42**	**63,98**	**75,78**	**82,66**	**90,78**	**95,92**	**68,9**

zunächst, wie bei Tabelle I, nur einerseits die Zahl der Häuser, in denen überhaupt Typhus, gleichgültig wieviel Fälle, vorkam, anderseits die Einwohnerzahl der von Typhus befallenen Häuser ermittelt wurden. — Als Einwohnerzahlen für die einzelnen Jahre wurden — da sich in dem „schwarzen Kataster" des Münchener städtischen statistischen Amts, aus dem die Zahlen entnommen wurden, nur von 5 zu 5 Jahren (also 1870, 75, 80, 85 und 90) Eintragungen fanden — für die Jahre 1874, 76, 77 die Angaben für 1875, für die Jahre 1878, 79, 81, 82 die für 1880, für die Jahre 1883, 84, 86, 87 die für 1885, für die Jahre 1888, 89 die für 1890 genommen. Auch wurden bei den Zählungen der Einwohner ev. Angaben betr. der Erbauungs- bzw. Demolierungsjahre berücksichtigt.

Aus den Zusammenstellungen der Tabelle II ergibt sich zunächst, daß, entsprechend dem Ergebnis der Tabelle I, für das Gesamtgebiet von München l. d. Is. die Häuser mit Kanalisation prozentisch stärker von Typhus befallen waren als die Häuser ohne Kanalisation, und zwar sowohl für die Jahre 1874 bis 1880 (Periode mit viel Typhus) wie für die Jahre 1881—1890 (Periode mit wenig Typhus) (s. die letzten Spalten der Tab. IIa 12 und IIb 12). Im Durchschnitt der Jahre 1874—1890 hatten von den kanalisierten Häusern **3,89**%, von den nicht kanalisierten **4,68**% Typhus. Von den 17 Einzeljahren zeigten nur zwei (1883 und 1886) abweichendes Verhalten.

Tabelle III enthält die Einwohnerzahlen. Den Vermutungen entsprechend ergab sich, daß für 16 der 17 Jahre der Tabelle (Ausnahme 1880) die kanalisierten Häuser mehr Einwohner hatten als die nichtkanalisierten. Im Durchschnitt der Jahre 1874 bis 1890 hatten die Häuser ohne Kanalisation eine mittlere Einwohnerzahl von **40,04**, die Häuser mit Kanalisation von **50,9**, d. h. um **21,39**% mehr.

Die uns interessierende Frage ist aber nun, ob die stärkere Typhusbelastung der Häuser mit Kanalisation der festgestellten größeren Einwohnerzahl entspricht, oder ob sie stärker oder geringer ist?

Eine Antwort auf diese Frage kann nur eine Vergleichung der sub c in den Tabellen II und III berechneten Prozentzahlen, die in Tabelle IV durchgeführt ist, geben. Tabelle IV zeigt sub c die Differenzen der sub c in den Tabellen II und III enthaltenen Prozentzahlen. Das Ergebnis dieser Vergleichung ist

Ta

a)		Terrasse	1874	1875	1876	1877	1878	1879	188
1	Häuser ohne Kanalisation	I	286	326	329	333	332	332	3
2.		II	1279	1281	1380	1433	1479	1507	15
3.		III	625	634	700	758	732	779	7
4.		München l. d. I.	2190	2241	2409	2524	2543	2618	26
5.	Häuser ohne Kanalisation mit Typhus	I	15	12	10	18	14	32	1
6.		II	93	97	60	116	79	167	7
7.		III	53	75	36	95	51	101	9
8.		München l. d. I.	161	184	106	229	144	300	18
9.	Von den Häusern ohne Kanalisation hatten Typhus %	I	5,24	3,68	3,04	5,41	4,22	9,64	3,1
10.		II	7,27	7,57	4,35	8,1	5,34	11,09	4,8
11.		III	8,48	11,8	5,14	12,53	6,97	12,96	12,0
12.		**München l. d. I.**	**7,35**	**8,21**	**4,4**	**9,07**	**5,66**	**11,47**	**6,9**
b)									
1.	Häuser mit Kanalisation	I	9	9	9	9	10	10	1
2.		II	1959	2048	2090	2126	2153	2201	22
3.		III	926	973	992	1013	1082	1085	11
4.		München l. d. I.	2894	3030	3091	3148	3245	3296	33
5.	Häuser mit Kanalisation mit Typhus	I	0	3	0	0	0	1	
6.		II	178	187	111	229	186	298	1
7.		III	82	103	70	111	78	158	1
8.		München l. d. I.	260	293	181	340	264	457	2
9.	Von den Häusern mit Kanalisation hatten Typhus %	I	0	33,33	0	0	0	10,0	0
10.		II	9,3	9,13	5,31	10,77	8,64	13,54	6,0
11.		III	8,86	10,59	7,06	10,96	7,21	14,56	9,-
12.		München l. d. I.	**8,98**	**9,67**	**5,86**	**10,8**	**8,14**	**13,87**	**7,**
c)	Die prozentische Belastung mit Typhus der Häuser mit Kanalisation betrug mehr (+) bzw. weniger (—) als die der Häuser ohne Kanalisation in %	**München l. d. I.**	**+18,15**	**+15,11**	**+24,91**	**+16,01**	**+30,47**	**+17,34**	**+3**

folgendes: Für den Durchschnitt der Jahre 1874—1890 entspricht das Befallensein der kanalisierten Häuser von Typhus nicht nur der Einwohnerzahl dieser Häuser; die kanalisierten Häuser zeigen vielmehr ein etwas — 4,5% — geringeres Befallensein von Typhus, als

81	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	Mittel der Jahre 1874—90	1874—80	1881-90
21	368	297	288	310	278	251	201	179	169			
25	1506	1472	1455	1395	1124	1017	916	748	630			
65	775	762	714	613	575	452	381	318	298			
11	2649	2531	2457	2318	1977	1720	1498	1245	1097			
6	3	3	4	2	4	2	2	0	2			
1	15	30	16	30	13	17	7	4	2			
5	7	16	12	18	18	6	6	3	0			
2	25	49	32	50	35	25	15	7	4		186,6	28,4
87	0,82	1,01	1,39	0,65	1,44	0,8	0,99	0	1,18			
38	1,0	2,04	1,1	2,21	1,16	1,67	0,76	0,54	0,32			
96	0,9	2,1	1,68	2,93	3,13	1,33	1,58	0,94	0			
61	0,94	1,94	1,3	2,16	1,77	1,45	1,0	0,56	0,37	3,89	7,59	1,31
11	17	97	110	120	145	185	235	246	361			
62	2322	2404	2449	2573	2890	3108	3308	3575	3743			
41	1152	1188	1257	1401	1467	1625	1759	1864	1921			
14	3491	3689	3816	4094	4502	4918	5302	5685	6025			
0	0	1	2	0	4	0	6	2	2			
5	31	48	42	73	50	49	37	40	33			
4	10	15	12	31	23	23	25	29	14			
9	41	64	56	104	77	72	68	71	49		228,3	66,1
)	0	1,03	1,82	0	2,76	0	2,55	0,81	0,81			
99	1,34	2,0	1,72	2,84	1,73	1,58	1,12	1,12	0,88			
23	0,87	1,26	0,96	2,21	1,58	1,42	1,42	1,56	0,73			
72	1,17	1,74	1,47	2,54	1,71	1,46	1,28	1,25	0,81	4,68	9,21	1,52
,39	+19,66	−10,31	+11,57	+14,94	−3,39	+0,69	+21,88	+55,2	+54,33	+16,88	+17,61	+13,8

nach ihrer Einwohnerzahl zu erwarten wäre. Anders aber ist das Ergebnis der Betrachtung der beiden Einzelperioden 1874—1880 bzw. 1881—1890. In der ersteren, d. h. in den Jahren vor 1881, wo der Typhus noch arg in München grassierte, zeigen die kanali-

Tab

a)		Terrasse	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880
1.	Häuser ohne Kanalisation mit Typhus	München l. d. I.	161	184	106	229	144	300	183
2.	Einwohnerzahl der	I	251	380	298	1018	506	1 542	620
3.	Häuser ohne Kanali-	II	2712	3768	2814	3761	3167	7 242	2920
4.	sation mit Typhus	III	1632	2773	1180	3659	2353	4 266	5205
5.		München l. d. I.	4595	6921	4292	8438	6026	13 050	8745
6.	Mittlere Einwohnerzahl pro Haus ohne Kanalisation mit Typhus	**München l. d. I.**	**28,56**	**37,61**	**40,5**	**36,84**	**41,84**	**43,49**	**47,4**
b)									
1.	Häuser mit Kanalisation mit Typhus	München l. d. I.	260	293	181	340	264	457	241
2.	Einwohnerzahl der	I	—	166	—	—	—	65	—
3.	Häuser mit Kanali-	II	6 289	7 589	4755	9 919	7 703	13 105	5 989
4.	sation mit Typhus	III	3 878	5 082	3008	4 816	3 616	7 172	5 116
5.		München l. d. I.	10 167	12 837	7763	14 635	11 319	20 342	11 10
6.	Mittlere Einwohnerzahl pro Haus mit Kanalisation mit Typhus	**München l. d. I.**	**39,09**	**43,82**	**42,89**	**43,35**	**42,88**	**44,5**	**46,1**
c)	Mittlere Einwohnerzahl pro Haus mit Kanalisation mit Typhus in % mehr (+) bzw. weniger (−) als pro Haus ohne Kanalisation mit Typhus	**München l. d. I.**	**+ 26,95**	**+ 14,18**	**+ 5,59**	**+ 15,02**	**+ 2,64**	**+ 2,28**	**− 3,5**

sierten Häuser im Mittel ein um 9% stärkeres Befallensein von Typhus (von den Einzeljahren in 6 Jahren), als nach der Einwohnerzahl zu erwarten wäre, und nur in der Periode 1881—1890, wo aber überhaupt nur mehr im ganzen pro Jahr 94,5 Häuser durchschnittlich Typhus hatten, zeigen die kanalisierten Häuser im Mittel ein allerdings ziemlich beträchtlich — 14,95% — geringeres Befallensein von Typhus (von den 10 Einzel-

81	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	Mittel der Jahre 1874–90	1874–80	1884–90
2	25	49	32	50	35	24	15	7	4			
72	74	200	194	129	133	128	13	—	11			
38	709	1268	612	1164	547	447	397	121	73			
97	265	865	444	815	930	314	265	56	39			
37	1048	2333	1250	2108	1610	889	635	177	123			
35	**41,92**	**47,62**	**39,06**	**43,13**	**45,99**	**37,04**	**42,34**	**25,28**	**30,75**	**40,04**	**39,51**	**39,45**
9	41	64	56	104	77	72	68	71	49			
-	—	33	78	—	117	—	323	73	148			
36	1643	2997	2271	3403	3514	2400	2536	2439	2081			
00	667	532	401	1350	1091	873	1553	1624	693			
36	2310	3562	2750	4753	4722	3273	4412	4136	2922			
09	**56,33**	**55,64**	**56,37**	**45,71**	**61,19**	**45,45**	**64,88**	**58,25**	**59,64**	**50,9**	**43,23**	**55,36**
,03	**+ 25,58**	**+ 14,41**	**+ 30,69**	**+ 5,86**	**24,82**	**+ 18,51**	**+ 34,75**	**+ 56,6**	**+ 48,44**	**+ 21,39**	**+ 8,61**	**+ 28,75**

jahren in 8 Jahren), als nach ihrer Einwohnerzahl zu erwarten wäre.

Die Untersuchung konnte mit diesem Ergebnis nicht abgeschlossen werden. Es war — da aus den dargelegten Gründen die Gesamttyphusfrequenz in den kanalisierten bzw. nichtkanalisierten Häusern nicht direkt mit der Einwohnerzahl der betreffenden Häuser verglichen werden konnte — immerhin möglich, daß bei einer direkten Vergleichung der betreffenden Zahlen für die

Tab
(Münc

		1874	1875	1876	1877	1878	1879	188
a)	Mittlere Einwohnerzahl pro Haus mit Kanalisation mit Typhus in % mehr (+) bzw. weniger (−) als pro Haus ohne Kanalisation mit Typhus	+ 26,95	+ 14,18	+ 5,59	+ 15,02	+ 2,64	+ 2,28	− 3,5
b)	Die prozentische Belastung mit Typhus der Häuser mit Kanalisation betrug mehr (+) bzw. weniger (−) als die der Häuser ohne Kanalisation in %	+ 18,15	+ 15,11	+ 24,91	+ 16,01	+ 30,47	+ 17,34	+ 3,4
c)	Die Häuser mit Kanalisation mit Typhus hatten in % mehr (+) bzw. weniger (−) Typhus als nach der Einwohnerzahl zu erwarten	− 8,8	+ 0,93	+ 19,32	+ 0,99	+ 27,83	+ 15,06	+ 7,

Periode 1874—1880 sich ein völlig anderes als das in Tabelle IV zutage tretende Bild ergeben hätte. Die Zahl der Typhusfälle in jedem Hause mußte berücksichtigt werden; denn ein Fall in einem Hause mit 20, 40 und noch mehr Einwohnern bedeutet natürlich etwas ganz anderes als ein Typhusfall unter 10 Einwohnern usw. Eine solche Berücksichtigung der Zahl der Typhusfälle war nun, wie gesagt, nicht möglich, wohl aber eine solche der registrierten Typhuserkrankungsfälle. Da aber, wie S. 264/65 der vorhergehenden Arbeit dargelegt, die an dem Material der in der Arbeit verwerteten Typhuserkrankungsfälle gewonnenen Ergebnisse analoge Ergebnisse hinsichtlich der Gesamttyphusfrequenz anzunehmen gestatten, war auch für den vorliegenden Fall eine Sonderberücksichtigung der Typhuserkrankungsfälle geboten.

Es wurden daher für die Jahre 1874—1880 Zählungen vorgenommen einerseits der Typhuserkrankungsfälle a) in den Häusern mit und b) in den Häusern ohne Kanalisation, anderseits der Einwohnerzahlen a) der Häuser mit und b) der ohne Kanalisation, in denen Typhuserkrankungsfälle vorkamen. Berechnet wurde dann, wieviel Typhuserkrankungsfälle in jeder der beiden Häusergruppen auf 100 Einwohner trafen. Das Material

. Isar.)

881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	Mittel der Jahre 1874—90	1874—80	1881—90
30,03	+ 25,58	+ 14,41	+ 30,69	+ 5,86	+ 24,82	+ 18,51	+ 34,75	+ 56,6	+ 48,44	+ 21,39	+ 8,61	+ 28,75
6,39	+ 19,66	− 10,31	+ 11,57	+ 14,94	− 3,39	+ 0,69	+ 21,88	+ 55,2	+ 54,33	+ 16,88	+ 17,61	+ 13,8
23,64	− 5,92	− 24,72	− 19,12	+ 9,08	− 28,21	− 17,82	− 12,87	− 1,4	+ 5,89	− 4,51	+ 9,0	− 14,95

der bezüglichen Zählungen bzw. Berechnungen enthält die Tabelle V.

Das Ergebnis dieser Erhebungen — s. Tabelle V sub C — war folgendes:

Für die Jahre 1874 und 1877 war die Zahl der in den kanalisierten Häusern auf je 100 Einwohner treffenden Typhuserkrankungen kleiner als in den Häusern ohne Kanalisation. In den übrigen 5 Jahren war aber das Umgekehrte der Fall. Für die Gesamtperiode 1874—1880 berechnet, trafen in den kanalisierten Häusern auf 100 Einwohner 2,87, in den nichtkanalisierten Häusern 2,79 Typhuserkrankungsfälle oder, anders ausgedrückt, ein Typhuserkrankungsfall traf in den kanalisierten Häusern auf rund 35 (34,82), in den nichtkanalisierten Häusern auf rund 36 (35,85) Einwohner. Ein wesentlicher Unterschied der Typhusbelastung der kanalisierten bzw. nichtkanalisierten Häuser hat sich somit am Material der Erkrankungsfälle für die Periode 1874—1880 nicht feststellen lassen.

In der Einführung der Hauskanalisation ist nach diesen statistischen Erhebungen ein Einfluß auf die Abminderung des

Tabelle V.

	Terrasse	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	Summe 1874—80
A. Typhus-Erkrankungsfälle									
a) in Häusern mit Kanalisation	I	0	3	0	0	0	1	0	4
	II	209	181	106	251	205	345	138	1435
	III	95	85	62	109	77	161	93	682
	München l. d. I.	304	269	168	360	282	507	231	2121
b) in Häusern ohne Kanalisation	I	11	9	6	18	14	22	8	88
	II	111	66	46	122	74	172	63	654
	III	65	57	28	77	35	98	87	447
	München l. d. I.	187	132	80	217	123	292	158	1189
B. Einwohnerzahlen									
a) der kanalisierten Häuser mit Typhus-Erkrankungsfällen	I	—	166	—	—	—	65	—	231
	II	6564	5535	3670	8 477	6446	11 425	4753	46 870
	III	3414	3523	2026	5 152	2948	5 907	3779	26 749
	München l. d. I.	9978	9224	5696	13 629	9394	17 397	8532	73 850
b) der nicht kanalisierten Häuser mit Typhus-Erkrankungsfällen	I	278	256	123	776	402	1 112	378	3 325
	II	2833	2741	1993	4292	2625	6 012	2319	23 815
	III	1669	1912	763	2381	1754	3 364	3158	15 501
	München l. d. I.	4780	4909	2879	7449	4781	10 488	5855	42 641
C. Auf 100 Einwohner trafen Typhus-Erkrankungsfälle									**Mittel der Jahre 1874—80**
a) in kanalisierten Häusern	**München links der Isar**	**3,05**	**2,92**	**2,95**	**2,64**	**3,0**	**2,91**	**2,84**	**2,87**
b) in nicht kanalisierten Häusern		**4,0**	**2,69**	**2,84**	**2,91**	**2,57**	**2,78**	**2,7**	**2,79**

Typhus in der Sanierungsperiode Münchens vor 1881 nicht zu erkennen. Für die Jahre 1881—1890 ist die in 8 von 10 Jahren erwiesene nicht unwesentlich geringere Typhusfrequenz der kanalisierten Häuser gegenüber den nicht kanalisierten Häusern (siehe Tabelle IV) aber immerhin bemerkenswert. An einen direkten Einfluß der Hauskanalisation auf die Typhusfrequenz wäre aber selbstverständlich nach dem, was wir heute über Auftreten und Verbreitung des Typhus wissen — siehe hierzu auch die Ausführungen am Schlusse der vorhergehenden Arbeit — nicht zu denken.

Die Gruber-Widalsche Reaktion bei typhusschutzgeimpften Franzosen und ihre Bewertung für die Diagnosestellung.

Von

Dr. **Klose,**

Oberarzt beim Fußartillerie-Rgt. 6, kommandiert zum Reichskommissar für die Typhusbekämpfung, jetzt beim beratenden Hygieniker der .. Armee.

Aus der bakteriologischen Untersuchungsstelle des beratenden Hygienikers der .. Armee (Generalarzt Prof. Bonhoff).

(Bei der Redaktion eingegangen am 15. Februar 1915.)

In einer in der Berliner Klinischen Wochenschrift Nr. 3, 1915, veröffentlichten Arbeit über die Bedeutung der Gruber-Widalschen Reaktion bei typhusschutzgeimpften Soldaten kommt Dünner zu dem Ergebnis, daß diese Reaktion für die Typhusdiagnose bei unseren Soldaten nicht mehr in Betracht kommt. Seine Behauptung stützt er auf die Untersuchung von 97 Blutsera, von denen 62 von typhusschutzgeimpften Personen stammen; zwei der angeführten Personen sind nur gegen Cholera geimpft. Davon scheint mir der Titer von 1 : 80 bei Nr. 45 in den Grenzen einer physiologischen Mitagglutination zu liegen, während es bei Nr. 91 nicht erwiesen ist, ob dieser früher eine leichte spezifische Infektion durchgemacht hat. Ich vermisse ferner die Angaben über den Zeitraum, der seit der letzten Impfung verflossen ist, und ob der Titer 1 : 640 in jedem Fall den ermittelten Endwert darstellt. Beides scheint mir nicht unwichtig zu sein. Auch geht aus der Tabelle A nicht hervor, welche Fälle klinisch und welche Fälle bakteriologisch als Typhus angesprochen wurden, ferner an welchem Krankheitstage die Blutentnahme stattfand. Beides fällt bei Bewertung des Ausfalles der Reaktion sicher mit

in die Wagschale. Ich erinnere nur an die allbekannte Tatsache, daß oft erst im Lauf der zweiten Krankheitswoche eine positive Gruber-Widalsche Reaktion auftritt. Wir sahen gerade in manchen Fällen bei typhusschutzgeimpften Personen in der ersten Krankheitszeit ein Sinken des Agglutinationstiters, das wohl als ein Ausdruck für den Eintritt einer negativen Phase gedeutet werden kann.

Ende November vorigen Jahres trat bei dem ständig wachsenden Zugang von Blutproben typhusschutzgeimpfter Personen auch an uns die Frage heran, ob die Gruber-Widalsche Reaktion, die jahrzehntelang der Klinik wertvolle Dienste für die Diagnosenstellung geleistet hatte, zum alten Eisen zu werfen sei, oder ob sie nicht auch fernerhin bei Schutzgeimpften verdiente, in zweifelhaften Fällen zur Sicherung der Diagnose weiter mitverwandt zu werden. Diese Versuche waren z. Z. der Dünnerschen Veröffentlichung zunächst an französischen Gefangenen zum Abschluß gelangt, über das Verhalten der Gruber-Widalschen Reaktion bei schutzgeimpften Deutschen hoffe ich im unmittelbaren Anschluß an diese Arbeit berichten zu können.

Da in der französischen Armee mit dem Beginn der Stellungskämpfe der Typhus in recht erheblichem Umfang aufgetreten sein muß, hatte sich die Notwendigkeit herausgestellt, im Etappenhauptort der ... Armee für die hier durchgehenden französischen Gefangenen eine Quarantänestation und ein Seuchenlazarett einzurichten, um der Einschleppung des Typhus in unsere Gefangenenlager in der Heimat nach Möglichkeit vorzubeugen.

Nach Mitteilungen hier untersuchter Gefangener haben die Franzosen in der Hauptsache auch erst bei der Mobilmachung begonnen, ihre Truppen der Typhusschutzimpfung zu unterziehen, und es ist ihnen nicht gelungen, dieselbe überall völlig durchzuführen. In Friedenszeiten war die Schutzimpfung nur bei den in Marokko stationierten Truppen und zum größten Teil auch bei dem Sanitätspersonal angewandt worden. Jedenfalls waren bei ihnen Erwägungen im Gange, die Typhusschutzimpfung in der Armee einzuführen, dafür legt ein Bericht des Professors Landouzy Zeugnis ab, der von ihm über diese Frage im Jahre 1911

an den Kriegsminister erstattet wurde und den ein Zufall mir hier unter anderen Papieren in die Hände spielte. In diesem Bericht gibt er zunächst einen Überblick über die in Deutschland, Amerika und England gesammelten Erfahrungen.

In Deutschland wurde die Pfeiffer-Kollesche Impfmethode bis jetzt nur im Feldzug gegen die Herero im Heer mit gutem Erfolge angewandt. Von 17000 Mann des Expeditionskorps wurden 7287 geimpft, die Morbidität der Nichtgeimpften betrug 99, der Geimpften 51 vom Tausend, die Mortalität war doppelt so hoch bei den Nichtgeimpften als bei den Geimpften.

Gleich gute Resultate haben die Amerikaner für ihre Armee aufzuweisen, in der die Impfung in großem Umfang durchgeführt wird und sich zum Teil auch auf die Angehörigen der Soldaten und auf in Beziehung zur Armee stehende Zivilpersonen erstreckt. Nach den angegebenen Berichten ergibt sich für die amerikanische Armee im Jahre 1910 eine Morbidität an Typhus bei Nichtgeimpften von 6,5, bei Geimpften von 0,48 vom Tausend und eine Mortalität von 0,46 vom Tausend bei Nichtgeimpften und 0% bei den Geimpften. In Anwendung kam eine Variante des Pfeiffer-Kolleschen Impfstoffs.

Die Engländer wenden die Typhusschutzimpfung vornehmlich in ihren Kolonien Indien, Ägypten und Malta an, und zwar immunisieren sie nach der Wright-Leishmanschen Methode. Unter dem Einfluß der Schutzimpfung ist die Morbidität an Typhus in Indien von 1,56% im Jahr 1906 erkrankter Militärpersonen auf 0,46%, die Mortalität von 0,319% auf 0,063% gesunken. Die Zahl der Typhuserkrankungen war 5½mal kleiner bei Geimpften als bei Ungeimpften, die Sterblichkeit 3mal geringer bei Geimpften als bei Nichtgeimpften.

Auf Grund dieser Statistiken kommt Landouzy zu dem Schluß, daß durch die Einführung der Typhusschutzimpfung auch für die von Typhus besonders heimgesuchte französische Armee, die in den Jahren 1888—1908 allein 21134 Typhustodesfälle hatte, eine Abnahme der Erkrankungen zu erwarten sei.

Nach einem Überblick über die ungeheuren Opfer, die der Typhus als Kriegsseuche in den neueren Kriegen im Vergleich

zu dem Abgang an Verwundungen gefordert hat, schlägt er vor, daß die Impfung im französischen Heer eine freiwillige sein solle, die Ärzte, vor allem die Bakteriologen, sollten sie durch ihr Beispiel und Vorträge populär machen; jedoch warnt er davor, etwa durch Überschätzung der Immunisierung die gebräuchlichen hygienischen Desinfektions- und Isolierungsmaßnahmen zu vernachlässigen.

Dann wendet er sich zur Besprechung der in Betracht kommenden Impfstoffe. Pfeiffer-Kolle und Wright-Leishman verwenden abgetötete Bazillen, und zwar erstere bei 60° abgetötete Agarkulturenabschwemmung, letztere bei 53° sterilisierte Bouillonkulturen, denen zur völligen Abtötung der Bakterien 0,4% Lysol zugesetzt wird. Im amerikanischen Heer wird eine 18stündige, auf 56° erwärmte und mit Trikresol versetzte Agarkulturabschwemmung benutzt. Diese drei Impfstoffe werden im Zwischenraum von je 8 Tagen 3mal eingespritzt in steigenden Dosen von 0,5 ccm, 1,0 ccm und 1,5 ccm und enthalten in den drei Dosen ca. 3 Milliarden Keime.

In Frankreich machte Chantemesse Versuche mit einem Impfstoff, der aus einer während einer Stunde bei 60° sterilisierten Bazillenaufschwemmung in physiologischer Kochsalzlösung besteht und in Dosen von 0,01 ccm 4mal eingespritzt wird, und zwar enthält jede Einspritzung doppelt soviel als die vorhergehende, so daß im ganzen bis 2 Milliarden Bazilien einverleibt werden. Die beobachtete Lokalreaktion bestand in einer leichten Anschwellung, Rötung und Druckschmerzhaftigkeit der Impfstelle, die Allgemeinreaktion aus Unbehagen und Kopfschmerzen, selten kam es zu Übelkeit oder Erbrechen.

Des weiteren beschreibt er nun den von Vincent hergestellten polyvalenten Impfstoff, der auch gegen Paratyphus immunisieren sollte, was bei den anderen Vakzins nicht der Fall ist.

Dieser polyvalente Impfstoff enthält mehrere Typhusstämme aus Frankreich, Algier, Tunis, Marokko und Indien, ferner einen Paratyphus A- und B-Stamm. Die Bazillen sind nicht durch Erwärmen, sondern durch Beigabe von Äther abgetötet, er will dadurch eine größere Bildung von Immunkörpern erzeugen. Von

24—48stündigen Agarkulturen wird mit physiologischer Kochsalzlösung eine Aufschwemmung hergestellt, die 24—48 Stunden bei 36° gehalten wird je nach der Stärke des Vakzins, die man erzeugen will. Danach wird das Autolysat zentrifugiert und durch Hinzusetzen von Äther sterilisiert. Für die Impfung wird der Äther durch Erwärmen auf 38° entfernt. Der Impfstoff wird 4mal im Zwischenraum von 8 Tagen in die Gegend des Deltoideus oder in die Lendengegend in Dosen von 0,3 ccm, 0,8 ccm, 1,0 ccm und schließlich 2,0—2,5 ccm je nach dem Alter der zu impfenden Person eingespritzt. Zu den zwei ersten Einspritzungen nimmt man 24stündige Aufschwemmung von 24stündiger Kultur, zu der dritten und vierten Einspritzung 48stündige Aufschwemmung von 48stündiger Kultur.

Die Lokal- und Allgemeinreaktion ist bei dem Vincentschen Impfstoff auch sehr gering und fehlt bei den zwei letzten Impfungen ganz.

Landouzy kommt sodann zu dem Schluß, daß der Wrightsche, Pfeiffer-Kollesche und Leishmansche Impfstoff hinsichtlich ihrer immunisierenden Wirkung gleichwertig seien, nur sei der Wrightsche in seiner Anwendung schmerzhafter, da er die Peptone der Bouillon noch enthalte. Die besseren Erfolge in den Vereinigten Staaten gegenüber denen der Engländer in Indien schreibt er den besseren sanitären Einrichtungen Amerikas zu.

Zur Erzeugung einer hinreichenden Immunität fordert er eine 3malige Impfung mit dem Wrightschen, Pfeiffer-Kolleschen oder dem amerikanischen Impfstoff, eine 4malige mit dem Impfstoff von Chantemesse und Vincent. Bei der Ausführung der Impfung wird peinliche Asepsis verlangt. Eine Wiederimpfung wird nur für Offiziere und Unteroffiziere für notwendig erachtet, da der Impfschutz drei bis vier Jahre anhalten soll und damit die Militärzeit überdauere.

Auf Grund der Statistiken über das Vorkommen des Typhus in der Armee verlangt er, daß die in Algier, Tunis und Marokko garnisonierenden und nach dort gesandten Truppen unverzüglich gegen Typhus zu impfen seien. Auch regt er an, in gewissen

mittelfranzösischen Garnisonen, namentlich im Bereich des VI. Korps, die Schutzimpfung einzuführen.

Die Frage, wann der günstigste Zeitpunkt für die Impfung sei, beantwortet Landouzy dahin, daß in den Ländern, in denen die Typhuserkrankungskurve im Juni oder Juli zu steigen beginnt, theoretisch der Mai den günstigsten Impftermin darstelle, weil dann die Impflinge im Augenblick der höchsten Infektionsgefahr schon einen hohen Grad von Immunität erlangt haben. Daraus will er aber nicht die Folgerung ableiten, daß nur zu dieser Zeit geimpft werden soll, sondern er hält zu jeder Jahreszeit ohne Rücksicht auf das Wetter beim Auftreten einer Epidemie, bei einem Feldzug oder bei einem Manöver in verseuchten Gegenden die Schutzimpfung für unbedingt erforderlich, um so mehr, als das Auftreten der negativen Phase, d. h. einer Phase verstärkter Empfänglichkeit für die Krankheitskeime nicht mehr beobachtet würde, sowie man die hohen Impfdosen und die Einverleibung virulenter Kulturen verlassen hatte. Im übrigen verläuft die Erkrankung bei einem Geimpften, bei dem die Impfung in die Inkubationszeit fällt, normal, ohne durch die Impfung günstig oder ungünstig beeinflußt zu werden.

Zum Schluß hält Landouzy eine Typhusschutzimpfung der Armee für unbedingt erforderlich beim Ausbruch eines europäischen Krieges, der zu ungeheuren Truppenansammlungen und -verschiebungen führen müsse. Dann sei ein Ausbruch des Typhus zu befürchten, der in manchen Feldzügen mehr Opfer gefordert hat als die Schlachten.

Im übrigen sollen von den Militärärzten und den Leitern der Krankenhäuser über die Erfahrungen mit der Impfung Berichte an den Kriegsminister eingefordert werden, da nur ein größeres Beobachtungsmaterial über den Wert der Impfung Aufschluß geben kann.

Auf Grund dieses Berichtes erließ dann das französische Kriegsministerium eine Verfügung, in der die Anwendung der Typhusschutzimpfung empfohlen wird und die eine genaue Gebrauchsanweisung enthält; ein bestimmter Impfstoff wird nicht vorgeschrieben, doch glaube ich annehmen zu können, daß von

den Franzosen in der Hauptsache der Impfstoff von Vincent angewendet wird. Dafür sprechen die Angaben der Gefangenen über eine 4—5malige Impfung und eine hier aufgefundene Gebrauchsanweisung für den im Laboratoire de Vaccination Antityphoidique du Val-de-Grâce, der französischen Kaiser Wilhelms-Akademie, hergestellten Vincentschen Impfstoff.

Aus dieser weitschweifenden Gebrauchsanweisung möchte ich vor allem die Impfdosen anführen:

die	erste	Einspritzung	soll	0,5 ccm,
„	zweite	„	„	1,0 „
„	dritte	„	„	1,5 „
„	vierte	„	„	2,0 „

betragen.

Zwischen den einzelnen Einspritzungen soll im allgemeinen ein Zeitraum von 8—10 Tagen liegen, jedoch hat auch ein Intervall von 15—20 Tagen nichts Bedenkliches, darüber hinaus muß beim Weiterimpfen die zuletzt gegebene Dosis noch einmal wiederholt werden, ehe man mit den Dosen weitersteigt. Als günstigste Einspritzungszeit wird die Zeit von 4—6 Uhr nachmittags empfohlen, vor Alkoholgenuß am Tage der Impfung wird gewarnt. Geimpfte Militärpersonen sollen bei den drei ersten Impfungen am Tage nach der Einspritzung vom Dienst befreit werden.

Die Impfung soll nur bei vollständig gesunden Individuen vorgenommen werden, Fieber, Grippe, Bronchitis, leichte Angina, Magen-, Darmkatarrh, Tripper, manifeste Malaria und Syphilis, Tuberkulose schließen von der Impfung aus. Alte Malariakranke sollen prophylaktisch am Vorabend und am Tag jeder Impfung 1,0 g Chinin 7 Stunden vor ihrer gewöhnlichen Anfallszeit nehmen.

Ausdrücklich betont wird, daß die Schutzimpfung nur einen prophylaktischen, keinen heilenden Wert besitzt, und daß ein Einfluß auf den Verlauf des Typhus bei in der Inkubationszeit dieser Krankheit geimpften Personen nicht zu konstatieren ist, daß aber bei völlig Geimpften im allgemeinen die Krankheit leichter verläuft.

Zum Schluß wird betont, daß die Agglutination zur Diagnosestellung einer Typhuserkrankung bei Geimpften nicht benutzt werden kann, sondern daß nur die Blutzüchtung beweisend sei.

Es ist den Franzosen aber nicht gelungen, ihre Truppen vollständig durchzuimpfen, denn viele der Gefangenen, namentlich von den Reservisten, waren überhaupt nicht, ein Teil nur einmal geimpft worden. Ein Gefangener erklärte, daß die Impfdosen erhöht und die Einspritzungen vermindert worden seien, um die Schutzimpfung rascher durchzuführen.

Die hier im Etappenhauptort eintreffenden Gefangenen werden vor dem Abtransport alle untersucht, die Typhuskranken ins Seuchenlazarett und die klinisch Verdächtigen in die Quarantänestation aufgenommen.

Wenn auch von vornherein anzunehmen war, daß die Gruber-Widalsche Reaktion bei den Geimpften in den früher für die Diagnosestellung verwandten Verdünnungen von 1 : 50, 1 : 100 und 1 : 200 stets positiv ausfallen würde, und dieselbe damit zur Sicherung der Diagnose in diesen Verdünnungen nicht mehr in Betracht kommen konnte, so erhob sich doch die Frage, ob man nicht durch das Austitrieren einer größeren Anzahl Blutsera Mittelwerte für die Gruber-Widalsche Reaktion bei Geimpften finden könnte, durch deren Überschreiten die Diagnose Typhus im Einklang mit klinischen Erscheinungen mit an Wahrscheinlichkeit grenzender Gewißheit sichergestellt werden könnte. Dank dem Entgegenkommen des Herrn Stabsarzt d. L. Professor Stursberg, der die Gefangenenuntersuchungen vornimmt und mir die Blutsera der Geimpften zukommen ließ, bin ich in der Lage, über den Ausfall der Gruber-Widalschen Reaktion bei 209 gegen Typhus schutzgeimpften Franzosen berichten zu können.

Da diese Arbeit neben den recht umfangreichen täglichen Untersuchungen, die bei uns einlaufen, ausgeführt wurde, so konnte ich nicht für jedes Serum den absoluten Endwert des Titers ermitteln, sondern ich mußte mich beschränken, ein festes Schema für die Titerbestimmung innezuhalten, indem ich bei jedem Serum die makroskopische Gruber-Widalsche Reaktion in den Verdünnungen 1 : 50, 1 : 100, 1 : 200, 1 : 500, 1 : 1000,

1 : 2000, 1 : 5000 und 1 : 10000 für Typhus und 1 : 50, 1 : 100, 1 : 200, 1 : 500 und 1 : 1000 für Paratyphus B mit virulenter Bazillenemulsion ansetzte. Im Bedarfsfall wurden die Verdünnungen in demselben Verhältnis erhöht, so daß bei jedem Serum auch der erste negative Wert stets bestimmt wurde. Die Resultate wurden zumeist von Herrn Generalarzt Professor Bonhoff, dem die Herkunft der Sera stets völlig unbekannt war, nach 16 bis 18stündigem Aufenthalt im Brutschrank bei 37° abgelesen bzw. kontrolliert. Zweifelhafte Ergebnisse wurden stets als negativ bezeichnet. Die Sera mit den hohen Titerwerten wurden zweimal angesetzt, und zwar wurde zum Teil beim zweiten Male zur Kontrolle eine Platinöse 24stündiger Agarkultur in die einzelnen Verdünnungen eingerieben. Die Bazillenemulsion wurde täglich frisch von 24stündigen Agarkulturen durch Einfüllen von 12 ccm steriler physiologischer Kochsalzlösung in die beimpften Agarröhrchen und durch Abschaben des Kulturrasens mit der Platinnadel gewonnen. Darauf wurde diese Abschwemmung stark zentrifugiert, um mitgelöste Agarteilchen und etwa zusammengeballte Bazillenhäufchen zu entfernen. Vor der Benutzung wurde von jedem Kulturröhrchen eine Kontrolle angelegt, um Spontanagglutination auszuschließen. Für die Versuche fand ein aus dem Kgl. Institut für Hygiene und Infektionskrankheiten in Saarbrücken bezogener Typhusstamm und ein aus der bakteriologischen Untersuchungsstelle beim Sanitätsamt in Koblenz gelieferter Paratyphus B-Stamm Verwendung. Ersterer wurde agglutiniert durch ein von Merck stammendes Serum, das aus Stuhl frisch gezüchtete Stämme in der Verdünnung 1 : 20000 agglutinierte, noch in der Verdünnung 1 : 100000 nach 18 Stunden, letzterer agglutinierte mit einem Paratyphus B-Serum aus dem Hygienischen Institut in Marburg, das aus Fäzes frisch gezüchtete Stämme in der Verdünnung 1 : 50000 agglutinierte, in der Verdünnung 1 : 20000. Auf den spezifischen Nährböden zeigten beide typisches Wachstum. Die Beschreibung der Stämme erfolgt so genau, weil es sich gezeigt hat, daß ihre Agglutinabilität naturgemäß einen nicht unwesentlichen Einfluß auf die Höhe der Durchschnittstiter hat. Die Verdünnungen wurden so her-

gestellt, daß in jedem Reagenzröhrchen nach dem Einbringen von je 0,2 Bazillenemulsion 1 ccm Flüssigkeit enthalten war.

Die Angaben über den Zeitpunkt der Impfung wurden von einem gut französisch sprechenden Kollegen ermittelt und nur aufgezeichnet, wenn die Leute zugaben, mit einer Spritze an der Brust und in der Lendengegend geimpft worden zu sein, wobei eine Choleraimpfung wohl ausgeschlossen werden kann, da keiner dieser Gefangenen je etwas von einer solchen verlauten ließ. Was den Zeitpunkt der Blutentnahme anbelangt, so sind in den Tabellen nur solche Leute aufgenommen, deren Blut in der Zeit vom 10. XII. bis 15. I. zur Untersuchung kam, so daß als Mittelwert für die Zeitberechnung etwa der 1. Januar 1915 anzusetzen sein wird. Bei den Verdächtigen und Kranken konnte der Beginn der Erkrankung nie mit Sicherheit ermittelt werden, die Blutentnahme ist in den meisten Fällen in der zweiten bis dritten Krankheitswoche erfolgt.

Auf Grund meiner Untersuchungen habe ich folgende Durchschnittswerte für die Gruber-Widalsche Reaktion geimpfter Franzosen gefunden, berechnet auf eine Durchschnittszeit von 6—8 Wochen nach der Impfung

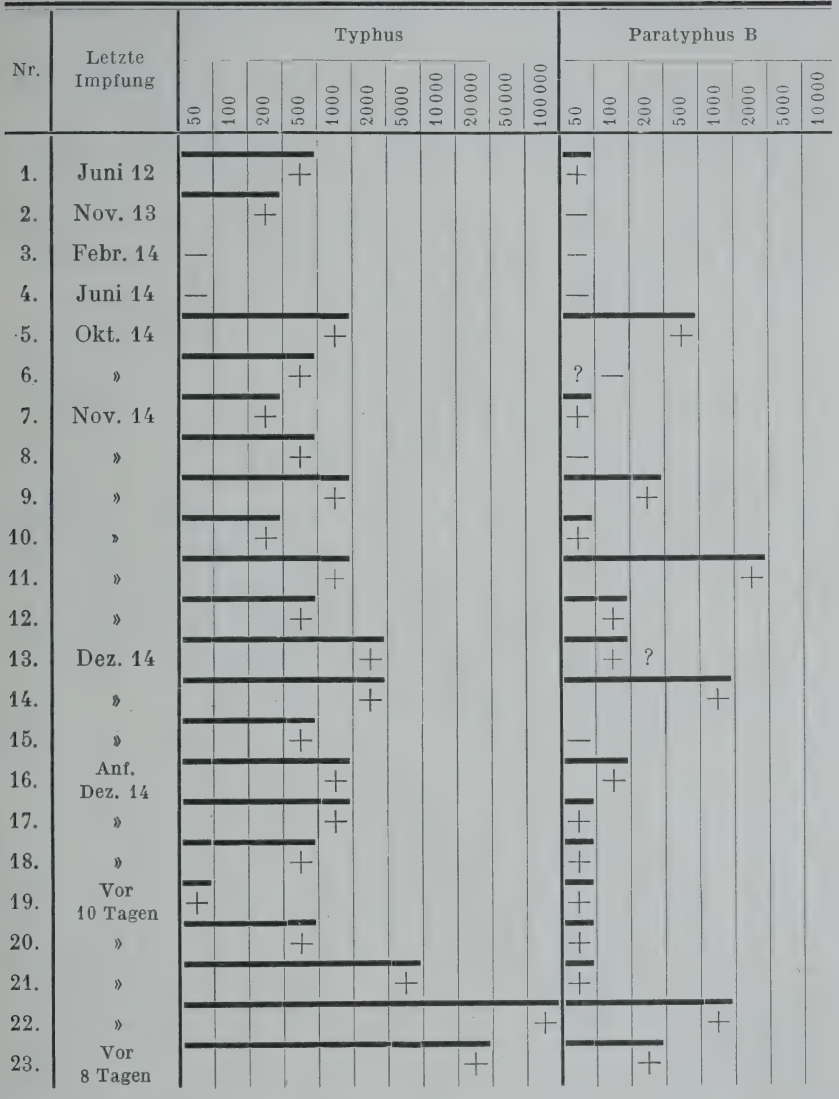
bei 1mal Geimpften bis 1 : 500,
„ 2 „ „ 1 : 500—1000
„ 3 „ „ 1 : 1000,
„ 4 „ „ 1 : 2000—5000.

Über den Ausfall der Gruber-Widalschen Reaktion für Paratyphus B läßt sich kein Urteil fällen, da ich ja nicht mit Sicherheit wußte, ob von den Franzosen tatsächlich in allen Fällen der polyvalente Vincentsche Typhusimpfstoff angewandt wurde. Jedenfalls darf man aber wohl in jedem Fall die Diagnose auf eine Paratyphuserkrankung stellen, wo der Titer für Paratyphus B den für Typhus überschreitet oder ihm gleichkommt, wenn nicht die Höhe beider Titer etwa eine Mischinfektion annehmen läßt.

Aufstellung 1 umfaßt 23 einmal gegen Typhus schutzgeimpfte Franzosen, von denen bei Nr. 1 und 2 die Impfung schon längere

Aufstellung 1.

1 × geimpfte, klinisch unverdächtige Franzosen.



Zeit, nämlich 2½ (Nr. 1) und 1 Jahr (Nr. 2) zurückliegt. Beide zeigen einen für eine einmalige, vor so langer Zeit erfolgte Impfung ziemlich hohen Agglutinationstiter von 500 bzw. 200 für Typhus, und sie stehen damit im Gegensatz zu Nr. 3 und 4, wo

nach 6 bzw. 9 Monaten die Agglutinine aus dem Blut geschwunden sind. Ich möchte daher annehmen, daß die Titerwerte bei 1 und 2 auf eine stattgehabte Infektion hindeuten, ebenso wie bei 5, 11, 14, 21, 22 und 23, und zwar glaube ich aus den Titerhöhen schließen zu dürfen, daß Nr. 5, 11 und 14 eine Paratyphus-, 21, 22 und 23 eine Typhusinfektion durchgemacht haben. Aus der Betrachtung der Titerwerte der übrigbleibenden Sera darf man wohl den Schluß ziehen, daß nach einer einmaligen Impfung mit dem französischen Impfstoff nach einer Zeit von 8 Wochen ein Titer von 1 : 200—500 für Typhusbazillen im Blut besteht.

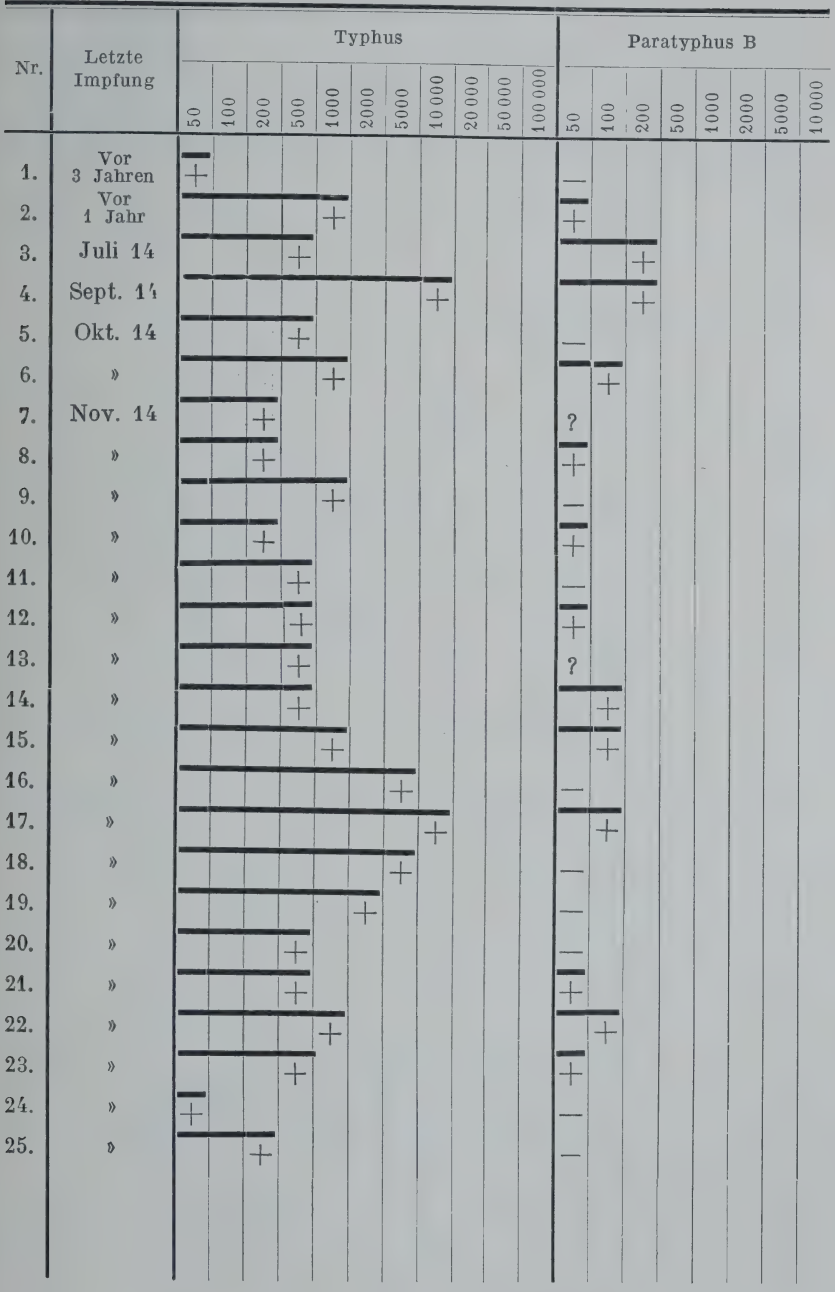
Die Aufstellung 2, welche 50 zweimal geimpfte, klinisch unverdächtige Franzosen aufführt, zeigt, daß nach einem Zeitraum von 3 Jahren noch ein Titer von 1 : 50 im Blut bestehen kann, wenn man nicht annehmen will, daß dieser Wert innerhalb der physiologischen Grenze liegt. Um einen Mittelwert zu finden, muß man die Fälle 5—50 zusammen betrachten unter Ausschaltung von Nr. 17, 42, 48, 49 und 50, aus deren Titerhöhen ich unbedingt ebenso wie bei Nr. 4 auf eine stattgefundene Typhusinfektion schließen möchte. Dabei kommen wir für zweimal Geimpfte nach einem Zeitraum von 6—8 Wochen seit der letzten Impfung auf den Durchschnittstiter von 1 : 500—1000, der auch noch nach 4 Monaten (s. Nr. 3) ermittelt wurde. Ob nicht auch Werte von 2000 und 5000 bei zweimal Geimpften schon als Zeichen einer stattgehabten leichten Typhusinfektion, die wir gerade bei Geimpften zu beobachten Gelegenheit hatten, anzusprechen sind, darüber sind unsere Untersuchungen noch im Gange, und ich möchte deshalb dies vorläufig noch nicht entscheiden.

Von den 24 dreimal geimpften, klinisch unverdächtigen Franzosen der Aufstellung 3 scheiden für die Ermittlung eines Durchschnittstiters Nr. 4, 7, 16, 17 und 19 aus, da ihre Titerwerte ohne weiteres den Verdacht auf eine stattgehabte Typhus- resp. Paratyphusinfektion nahelegen. Inwieweit die Titerhöhen von Nr. 2, 3 und 9 diesen Verdacht auch rechtfertigen, möchte ich dahingestellt sein lassen. Für die übrigen Fälle ergibt sich ein Durchschnittstiter von 1 : 1000 für Typhusbazillen nach 6—8 Wochen

(Fortsetzung des Textes S. 208.)

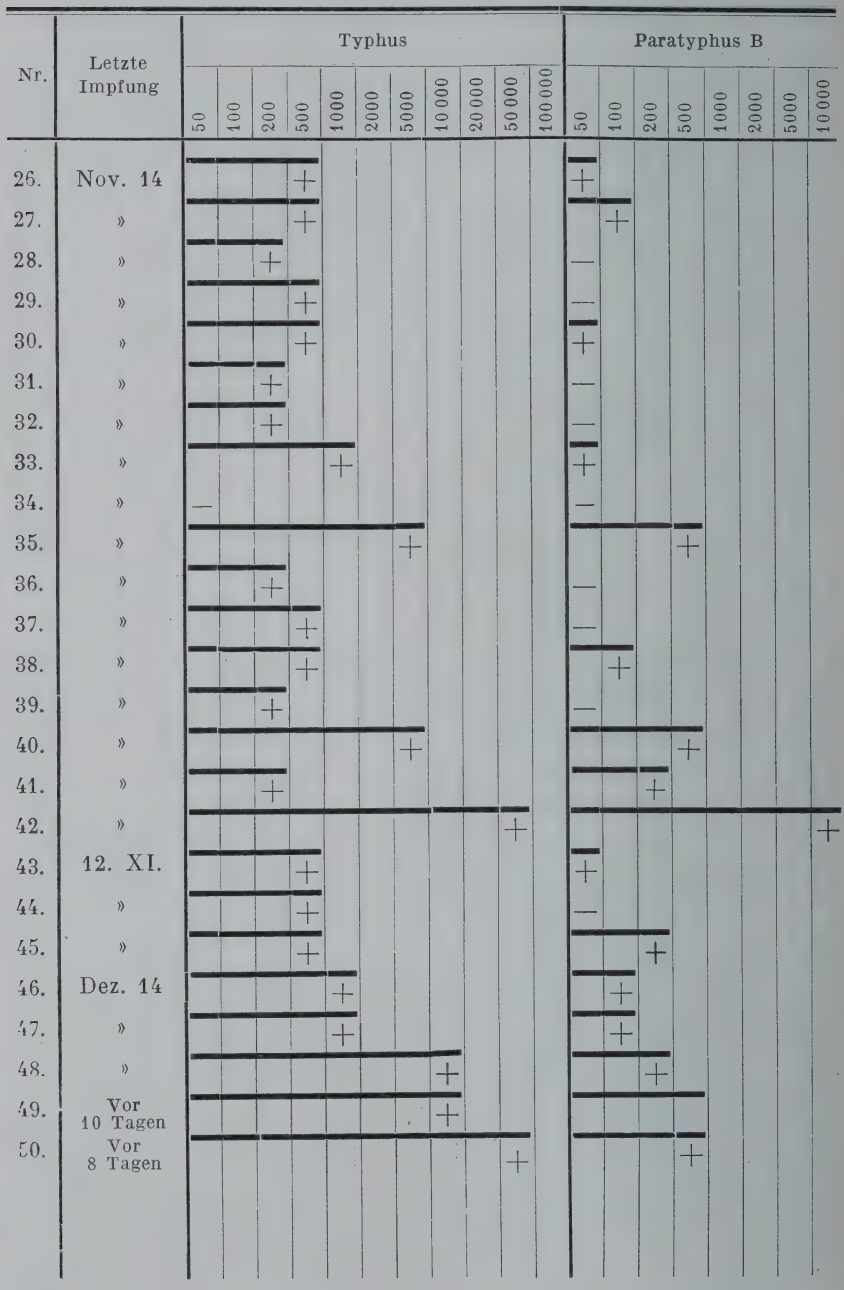
Aufstellung 2.

2 × geimpfte, klinisch unverdächtige Franzosen.



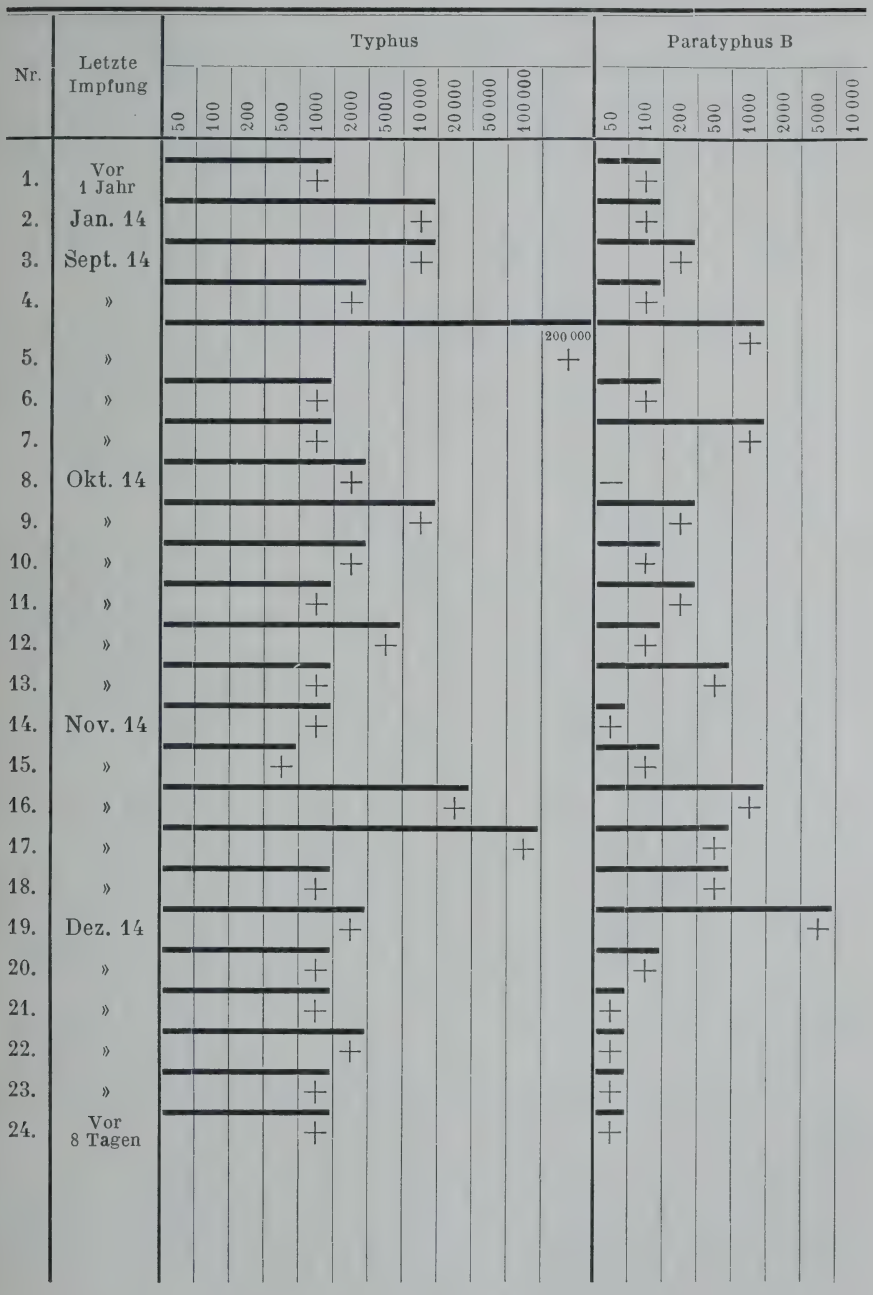
Aufstellung 2 (Fortsetzung).

2 × geimpfte, klinisch unverdächtige Franzosen.



Aufstellung 3.

3 × geimpfte, klinisch unverdächtige Franzosen.



seit der letzten Impfung. Diesen Titer weist ein Serum (Nr. 1) nach einem Jahr noch auf.

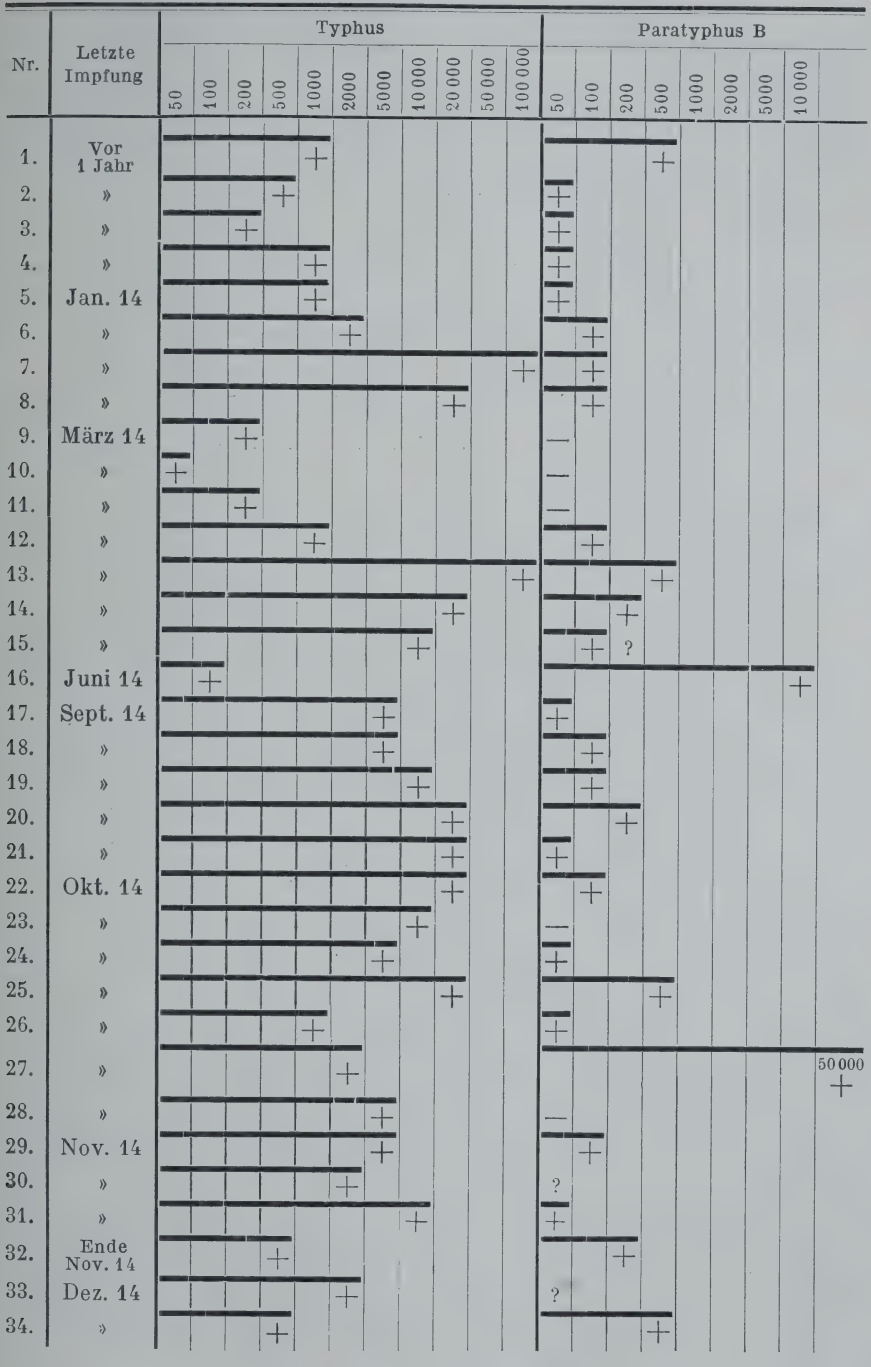
Die Aufstellung 4 über 34 viermal geimpfte, klinisch unverdächtige Franzosen zeigt uns, daß für diese der Durchschnittstiter etwa 1 : 2000—5000 nach 6—8 Wochen seit der letzten Impfung darstellt. Dafür sprechen m. E. auch die in Nr. 1—4 nach einem Jahr noch vorhandenen Titerhöhen. Nr. 7, 8, 13, 14, 16, 20, 21, 22, 25 und 34 scheiden bei der Bewertung wegen des Verdachtes einer spezifischen Infektion aus.

Aufstellung 5 bringt 6 fünfmal geimpfte, klinisch unverdächtige Franzosen, von denen Nr. 4 und 6 für die Beurteilung wegen einer höchst wahrscheinlichen Typhusinfektion ausscheiden. Ich halte mich deshalb nicht für berechtigt, aus den Titerhöhen der übrigbleibenden vier irgendwelche Schlüsse auf einen Durchschnittswert zu ziehen.

In Aufstellung 6 sind die Fälle zusammengefaßt, in denen mir die Blutsera mit dem Bemerken übersandt wurden, daß die betreffende Person klinisch typhusverdächtig sei. Dabei möchte ich hervorheben, daß darunter Leute zu verstehen sind, die allein schon wegen schlechten Aussehens, einer leichten Temperatursteigerung oder wegen Durchfällen in Quarantäne zurückbehalten wurden. Auffallend sind die hohen Paratyphustiter, die auch Aufstellung 7 zeigt, in der 17 geimpfte, klinisch sicher mit Typhus erkrankte Franzosen vereinigt sind. Ein großer Teil der Infektionen ist demnach wohl dem Paratyphus B zur Last zu legen, wobei es nicht immer mit Sicherheit zu entscheiden ist, ob es sich um eine reine Paratyphuserkrankung oder um eine Mischinfektion handelt, da es nur in drei Fällen (Aufst. 6 Nr. 28, Aufstellung 7 Nr. 1 und 16) gelang, aus dem Stuhl Paratyphus B rein zu züchten. Eine Paratyphusinfektion kann natürlich auch eine Erhöhung des Typhustiters über den Durchschnittswert bedingen.

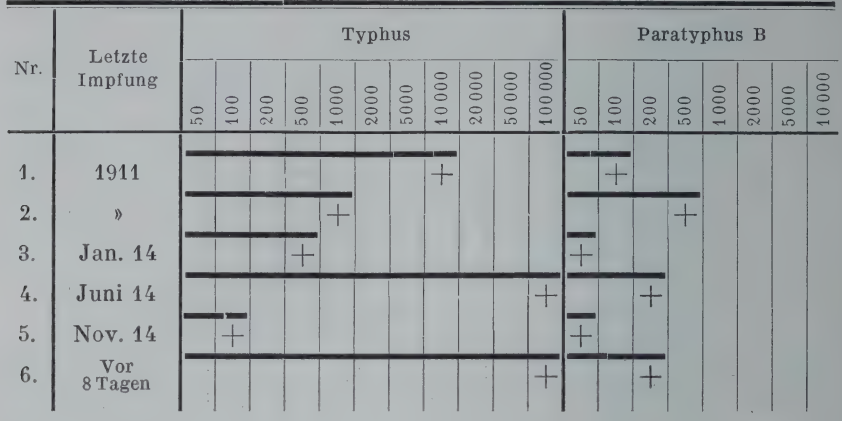
Erfahrungen, die ich beim Untersuchen von geimpften Deutschen gewonnen habe, haben gezeigt, daß in der ersten Krankheitsperiode auch ein erhebliches Sinken des Agglutinationstiters

Aufstellung 4. 4 × geimpfte, klinisch unverdächtige Franzosen.



Aufstellung 5.

5 × geimpfte, klinisch unverdächtige Franzosen.



unter den Durchschnittswert als Ausdruck einer Infektion vorkommen kann. Darüber hoffe ich demnächst ausführlicher zu berichten.

An der Hand der ermittelten Durchschnittswerte verdient die Gruber-Widalsche Reaktion es wohl auch fernerhin, bei Geimpften zur Sicherstellung einer zweifelhaften Typhusdiagnose mit herangezogen zu werden, wenn man sich die Mühe des Austitrierens des Serums nicht verdrießen läßt und sich vor Augen hält, daß, je höher die Abweichung des Titers von dem nach der Zahl der Impfung zu erwartenden Durchschnittswert ist, die Diagnose Typhus um so wahrscheinlicher wird.

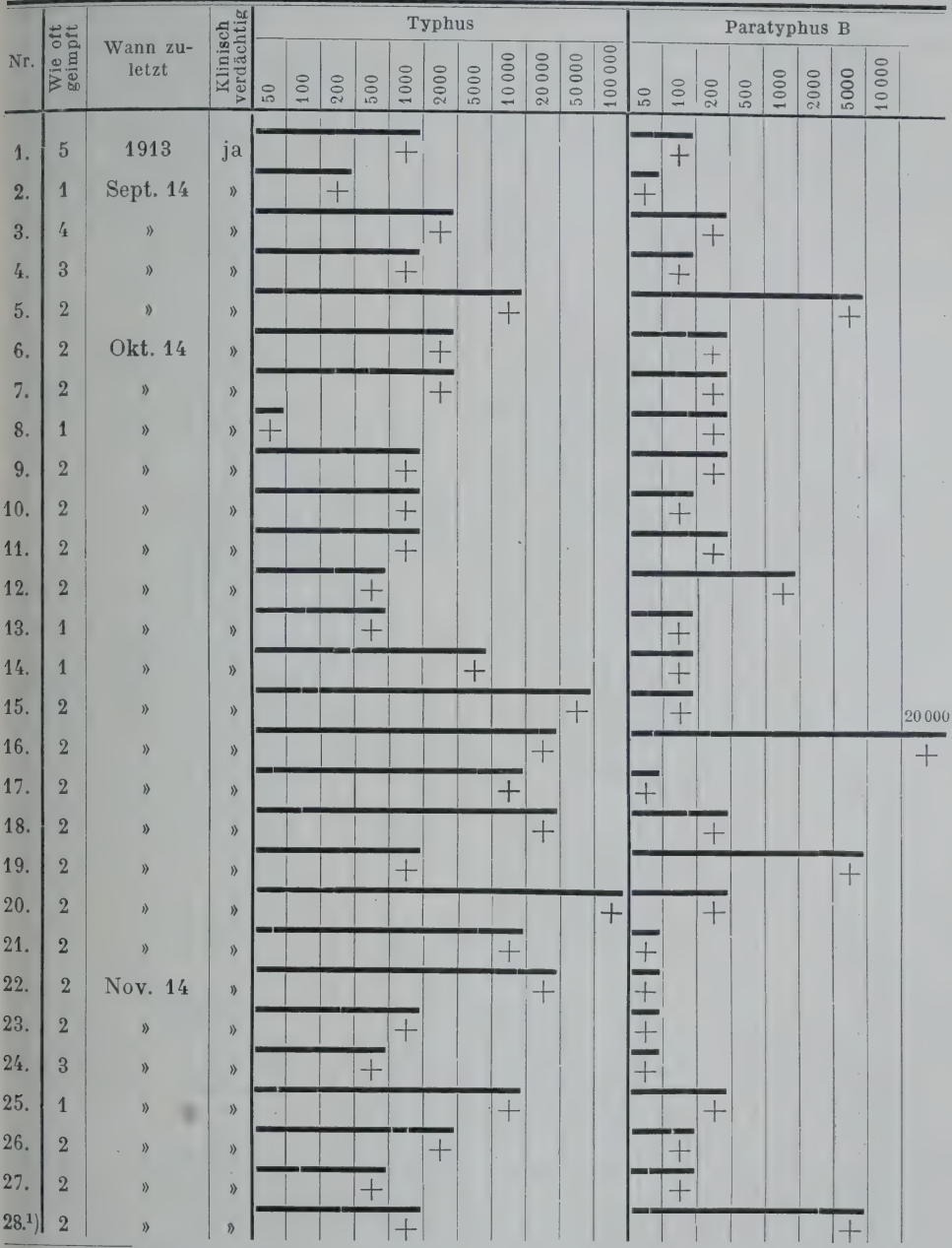
Zusammenfassung: 1. Einfache Anstellung der Gruber-Widalschen Reaktion in den gebräuchlichen Verdünnungen ohne Auswertung der Wirksamkeit des Patientenserums, zum mindesten gegen die Typhus- und Paratyphus B-Bazillen, ist bei allen, mit einem Typhusimpfstoff einmal oder mehrfach eingespritzten Personen ohne jeden Wert für die Diagnosenstellung, wenn seit der letzten Impfung ein Zeitraum von einigen (etwa drei) Tagen verstrichen ist.

2. Das Vermögen, Agglutinine zu erzeugen, hängt nicht nur ab von der seit der Impfung verflossenen Zeit bzw. dem Stadium

(Fortsetzung des Textes S. 214.)

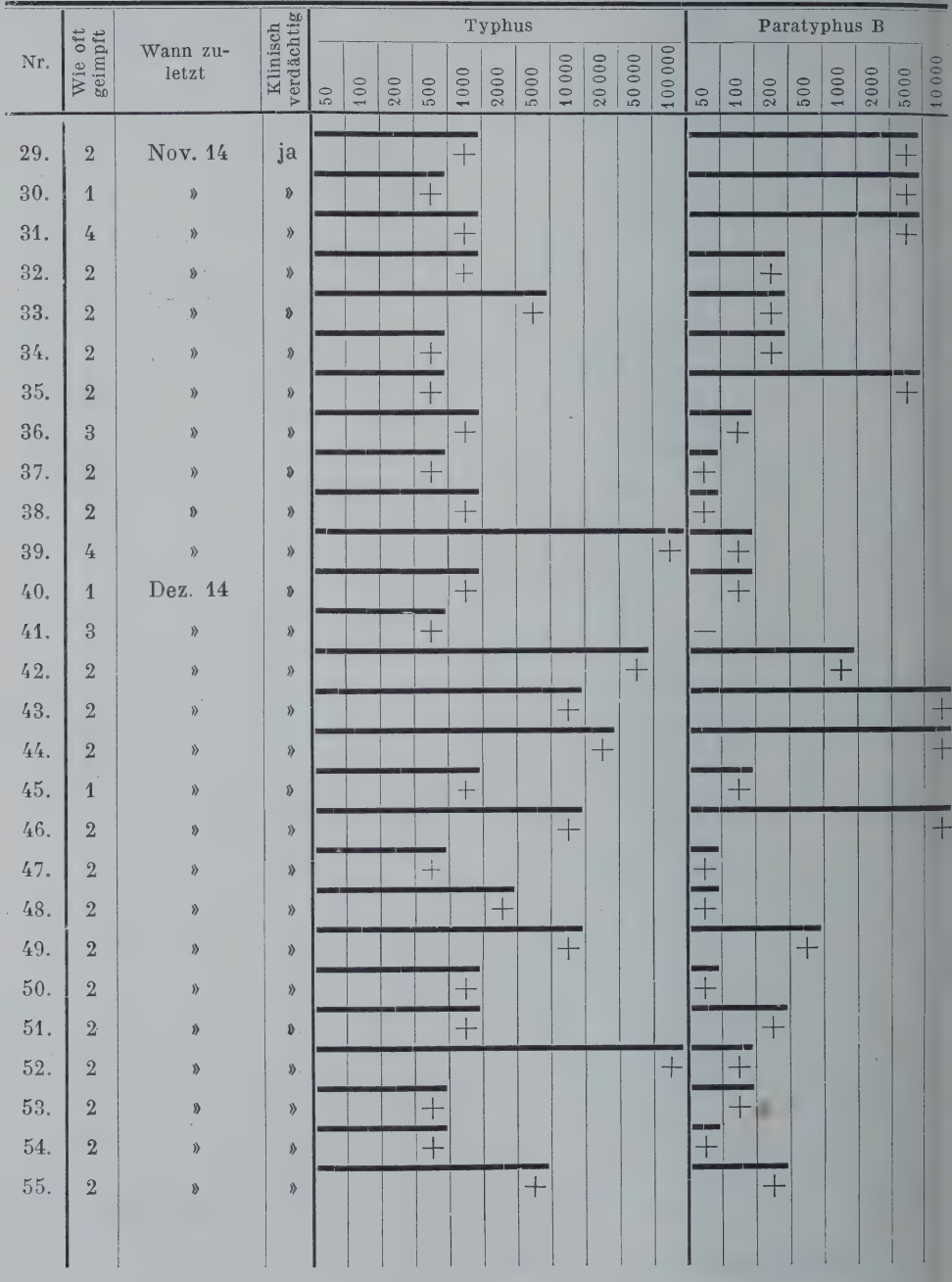
Aufstellung 6.

Geimpfte, klinisch typhusverdächtige Franzosen.



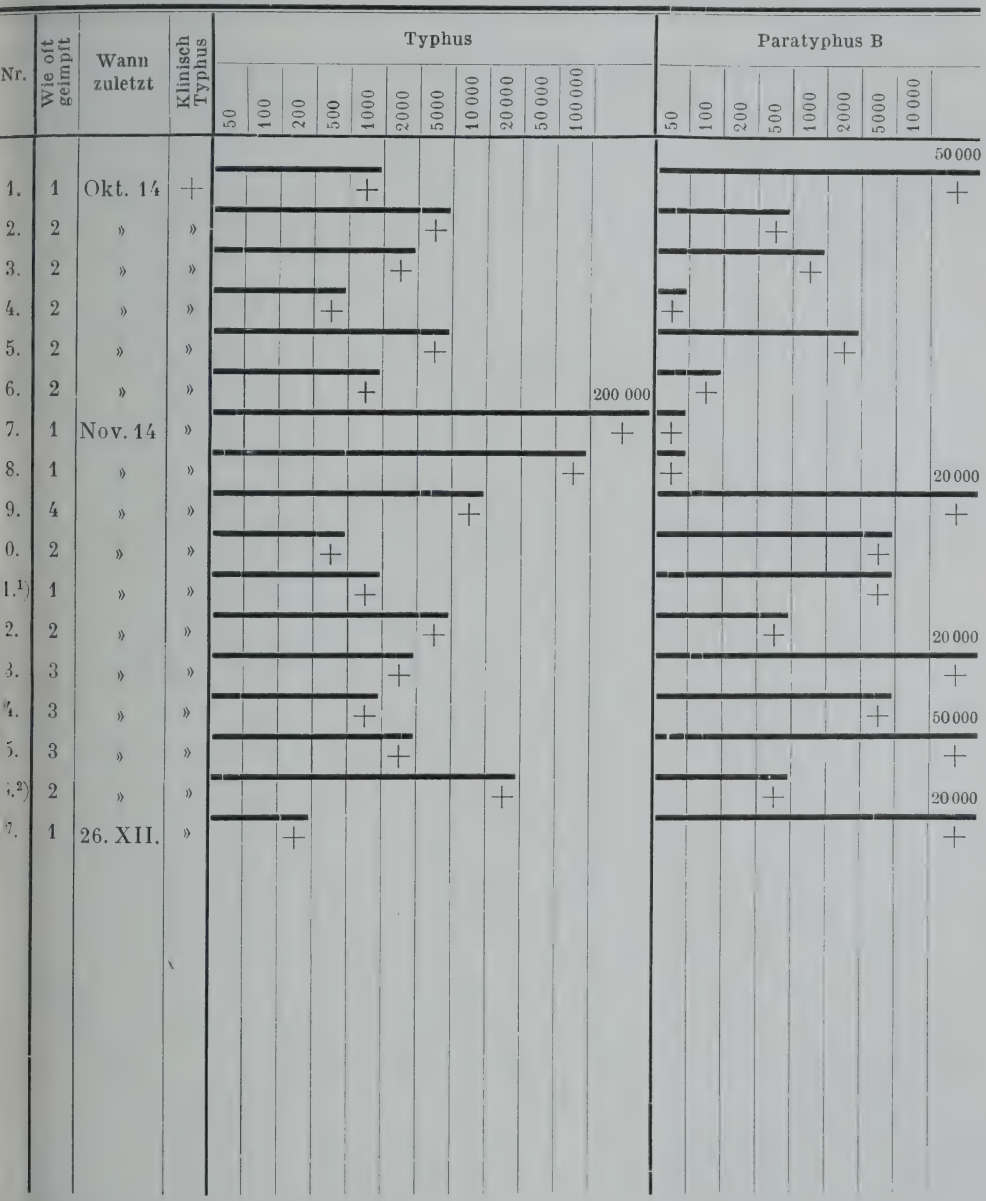
[1]) Im Stuhl Paratyphus B gefunden.

Aufstellung 6 (Fortsetzung).
Geimpfte, klinisch typhusverdächtige Franzosen.



Aufstellung 7.

Geimpfte, klinisch an Typhus erkrankte Franzosen.



[1]) Im Stuhl Paratyphus B nachgewiesen.

[2]) » » Typhus »

der Erkrankung, in dem sich der zu Untersuchende befindet, sondern ist auch individuell ganz beträchtlichen Schwankungen unterworfen.

3. Trotz der unter 2 angegebenen Einschränkung besteht unseres Erachtens bis zu einem gewissen Grade die Möglichkeit, die Gruber-Widalsche Reaktion auch unter den veränderten Verhältnissen für die Klinik zu verwenden, wenn man sich die Mühe der Auswertung der Sera in den bakteriologischen Laboratorien nehmen will. Dem Sachverständigen wird es in einer großen Anzahl von Fällen möglich sein, aus der festgestellten Titergrenze gegen Typhus- und Paratyphus B-Bazillen brauchbare und für die fragestellende Klinik verwendbare Schlüsse zu ziehen.

4. Die Auswertung der Sera nimmt aber das Personal und Material der Laboratorien derart in Anspruch, daß es kaum möglich ist, in einer mit den gewöhnlichen Hilfskräften ausgestatteten Untersuchungsstelle mehr als 50 Sera in 24 Stunden, also etwa ein Drittel der sonstigen Leistung, zu bewältigen.

Es ist mir zum Schluß eine angenehme Pflicht, Herrn Generalarzt Professor Bonhoff für die Anregung und Förderung dieser Arbeit meinen gehorsamsten Dank zu sagen.

Über Atomumlagerungen bei physiologischen Vorgängen.

Von

Dr. **Oskar Loew,**

Professor für Chemische Pflanzenphysiologie, München.

(Bei der Redaktion eingegangen am 1. März 1915.)

Seit geraumer Zeit ist bekannt, daß die in bestimmter Richtung ausgeübte Aktivität gewisser physiologisch wichtiger Stoffe durch geringfügige Eingriffe verschwinden kann, d. h. ein aktiver Stoff inaktiviert wird. Auch der umgekehrte Fall ist mehrfach beobachtet worden, daß nämlich ein inaktivierter Körper wieder aktiviert werden kann. Daß die Erklärungen hierfür auf rein chemischem Gebiete gesucht werden müssen, kann keinem Zweifel unterliegen. Indessen die nähere Natur dieser Umlagerungen ist noch in keinem Falle aufgeklärt worden, aber es mag doch von einigem Werte sein, die Analogien auf chemischem Gebiete hervorzuheben, weil dadurch ein Fingerzeig sich ergeben kann, in welcher Richtung man jene scheinbar mysteriösen Vorgänge aufzuklären versuchen muß. Es ist nicht gerechtfertigt, wie es schon öfters geschah, einen wesentlichen großen Unterschied zwischen der Wirkung von Toxinen und derjenigen rein chemischer Gifte aufzustellen.

Nach Morgenrot[1]) und Pane gehen sowohl das Hämolysin sowie auch das Neurotoxin des Kobragiftes in saurer Lösung in eine unwirksame Modifikation über, und diese wird beim Neutralisieren der Säure wieder langsam in die wirksame Form zurückverwandelt.

Doerr[2]) hat für Dysenteriegift und Diphtheriegift festgestellt, daß sie in saurer Lösung unwirksam, aber nach Neutralisieren dieser Lösung wieder wirksam werden.

Emmerich und Loew[3]) haben gefunden, daß Pyocyanase vernichtend auf die Giftigkeit des Diphtherietoxins wirkt, wenn größere Mengen wiederholt in ein mit Diphtherie behandeltes Kaninchen injiziert werden. Morgenroth[4]), der mit weit kleineren Mengen Pyocyanase, und nur in vitro, ferner nur bei Zimmertemperatur arbeitete, hat dagegen eine Steigerung der toxischen Eigenschaften der Diphtheriekultur durch Pyocyanase beobachtet.

Emmerich und Tsuboi[5]) haben gefunden, daß ein bei 55° inaktiviertes normales Serum durch hochverdünntes Kali wieder aktiviert wird und seine bakterientötenden Eigenschaften wieder erlangt.

Emmerich und Loew haben eine Probe eines inaktiv gewordenen Pyocyanase-Präparates, welches durch Ausfrierenlassen von einem großen Teil des Wassers befreit und etwa 1 Jahr aufbewahrt gewesen war, durch Digestion mit 0,5 proz. Lösung von kohlensaurem Natron bei 36° wieder regenerieren können; die

---

1) Biochem. Zeitschr. 1906, S. 354.

2) Wien. kl. Wochenschr. 1907, S. 2.

3) Zeitschr. f. Infektionskr. Bd. 31, S. 50 und Zentralbl. Bakt. Bd. 63, S. 437.

4) Charité-Annalen Bd. 35, S. 292.

5) Zentralbl. Bakt. Bd. 13, S. 580. Gegen diese Beobachtung von Emmerich und Tsuboi sind von H. Buchner Einwände erhoben worden, welche indessen von jenen Autoren als nicht zutreffend erklärt wurden (Zentralbl. Bakt. Bd. 13, S. 575). Jedenfalls wäre eine erneute eingehende Prüfung jener Beobachtung von fundamentalem Werte.

abtötende Wirkung auf Diphtheriebazillen war nun wieder fast so energisch geworden wie ursprünglich. Dagegen gelang dieses nicht mehr bei einem 10 Jahre lang steril aufbewahrt gewesenen Pyocyanase-Präparate, welches indessen noch viel wirksame Katalase enthielt.

Fodor[1]) beobachtete eine bedeutende Steigerung der mikrobiziden Wirkung des Blutes durch Einverleibung von Dinatriumphosphat oder Karbonat.

H. Buchner hatte gefunden, daß eine genaue Neutralisation von Blutserum mit verdünnter Schwefelsäure die bakterientötende Eigenschaft der Alexine nicht aufhebt. Aber Emmerich[2]) beobachtete, daß schon eine Steigerung dieser Schwefelsäuremenge auf das $1\frac{1}{2}$ fache (= 0,67 pro Mille im ganzen) jene Wirkung vernichtet, obgleich bei dieser Säuremenge noch gar keine Koagulation eintritt. Dieses Serum gibt dann sogar noch einen guten Nährboden für Typhusbazillen ab, ein Beweis, daß die saure Reaktion nur einen minimalen Grad besitzt.

Wenn wir nun nach bekannten chemischen Analogien suchen, so haben wir zu betrachten:

1. leicht stattfindende Veränderungen resp. Umlagerungen, welche ebenso leicht wieder rückgängig gemacht werden können;

2. leicht stattfindende Veränderungen resp. Umlagerungen, welche nur unter speziellen oft schwierigen Bedingungen rückgängig gemacht werden können;

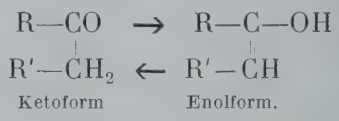
3. solche Veränderungen durch Umlagerung, welche leicht vor sich gehen, deren Rückverwandlung jedoch ganz unmöglich ist.

Zur ersteren Gruppe gehören: die Bildung der Laktone aus γ- und δ-Oxysäuren, die Bildung der Laktame aus γ- und δ-Amino-

1) Zentralbl. Bakt. Bd. 8, S. 753.

2) Ibid. Bd. 12, Nr. 11, 12 u. 14.

säuren[1]), die Bildung der farblosen freien Basen aus manchen Anilinfarbstoffen durch Kalilösung, ferner die „Chromoisomerie" bei verschiedenen Indikatoren, wie Phenolphthalein[2]), Helianthin und Kongorot, ferner die Tautomerie bei Azetessigester und ähnlich konstituierten Verbindungen, bei welchen die Umwandlung der Ketoform in die Enolform schon durch Spuren Alkali erfolgen kann, während Piperidin (nach Dieckmann) ebenso leicht die umgekehrte Reaktion bewirkt.



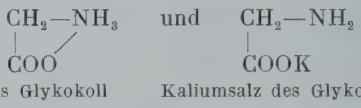
Ketoform Enolform.

Zur zweiten Gruppe der Erscheinungen gehören z. B. die Depolymerisierung der Cyanursäure oder polymerer Aldehyde, die Umwandlung von Fumar- in Maleinsäure.

Zur dritten Gruppe von Veränderungen gehören die Umlagerungen des Aminoaethylaldehyds und des Diaminoazetons, welche sich nach Freisetzung aus ihren salzsauren Verbindungen in amorphe braune Substanzen umwandeln. Der Übergang von Zucker in die isomere Saccharinsäure resp. deren Laktone durch

---

1) Die Rückverwandlung der Laktame in die zugehörigen Aminosäuren ist allerdings schwieriger als die der Laktone in die entsprechenden Oxysäuren. Es mag hier noch auf die Unterschiede in der Konstitution freier Aminosäuren und ihrer Salze hingewiesen werden:



Freies Glykokoll und Kaliumsalz des Glykokolls.

2) Bei der Rotfärbung des Phenolphthaleins durch alkalische Stoffe handelt es sich um den Übergang in eine chinoide Form, wobei die neue Atombindung ebenso leicht wieder rückgängig gemacht werden kann durch Neutralisieren des Alkalis. Erwärmt man jedoch die rote Lösung mit stärkerer Kalilösung, so verschwindet ebenfalls die rote Farbe, kann aber durch Kochen wieder hervorgerufen werden. In diesem Falle ist die farblose Verbindung etwas anders konstituiert als in ersterem Falle. Eine 1proz. Lösung von Dinatriumphosphat gibt bei gewöhnlicher Temperatur mit Phenolphthalein keine Rotfärbung, wohl aber beim Kochen, sie verschwindet aber wieder beim Erkalten.

Kalk. Ferner die Umlagerungen der Eiweißkörper des Protoplasmas beim Absterben der Zellen.

Welche der hier genannten chemischen Veränderungen vielleicht eine Rolle spielen bei den obengenannten Vorgängen physiologischer Art[1]), ist, wie erwähnt, ohne eingehende Untersuchung nicht zu entscheiden. Es mag aber darauf hingewiesen werden, daß möglicherweise die Entstehung einer Keto- oder einer Aminogruppe bei der Aktivierung inaktiv gewordener Körper eine Rolle spielen können. Was die Aminogruppen betrifft, so kann die Regenerierung derselben aus einer Imidogruppe, wie dieses bei Laktamen stattfindet, wohl von einschneidender Bedeutung werden, denn eine Aminogruppe kann je nach der Natur benachbarter Atomgruppen einen sehr verschiedenen Grad von Labilität annehmen.

Die Aminogruppe (NH_2) ist z. B. im Taurin äußerst inaktiv, so daß sie sogar den Versuchen, sie zu benzoylieren oder zu azetylieren widersteht, was bei den Aminogruppen in den Aminokarbonsäuren nicht der Fall ist. Mit der Abnahme negativer Gruppen im Molekül nimmt die Aminogruppe an Reagierfähigkeit zu, am intensivsten ist diese wohl ausgeprägt im Hydroxylamin NH_2OH und im Hydrazin $NH_2 - NH_2$, welche Körper schon bei gewöhnlicher Temperatur sehr leicht mit Aldehyden reagieren, selbst in neutraler, ja sogar saurer Lösung.

Während die Aminogruppe in den Aminosäuren und Säureamiden völlig harmlos ist für lebende Zellen, ist dieselbe Gruppe im Hydroxylamin und Hydrazin stark giftig geworden. Man kann also sagen, daß zur „haptophoren" Natur der Aminogruppe mit zunehmender Labilität auch ein „toxophorer" Charakter ausgebildet worden ist.

Auch bei der Aldehydgruppe bemerken wir, je nach dem Einfluß der Nachbargruppen, bald nur einen „haptophoren" Charakter, bald auch zu gleicher Zeit einen „toxophoren". Letzterer ist nur eine Steigerung der Eigenschaften des ersteren. So ist

1) Auch die sog. sterische Behinderung von Reaktionen mag manchmal in Betracht kommen.

in der Glykose die Aldehydgruppe vollständig harmlos, weil durch die benachbarten Hydroxylgruppen ihre chemische Energie herabgesetzt ist; dagegen ist die nämliche Gruppe im Formaldehyd nicht nur „haptophor", sondern zugleich auch stark „toxophor" für die Eiweißkörper lebender Zellen.

Das Studium der chemischen Labilität ist für die Physiologie von größter Bedeutung. Leider ist dieses Kapitel bis jetzt ziemlich stiefmütterlich behandelt worden. Es steht zu hoffen, daß weitere Fortschritte der theoretischen Chemie auch die Prinzipien der Immunität mehr beleuchten werden, als bis jetzt der Fall war.

Anatomische, bakteriologische und chemische Untersuchungen über die Entstehung der Zahnkaries.

Von

K. Niedergesäß,

approb. Zahnarzt in Würzburg.

(Aus dem Hygienischen Institut der Universität Würzburg.)

(Bei der Redaktion eingegangen am 18. März 1915.)

Vorbemerkung.

Auf Veranlassung von Herrn Professor Dr. K. B. Lehmann beschäftigte ich mich seit dem Oktober 1912 mit Untersuchungen über die Zahnkaries. Meine Versuche begannen mit den im zweiten Teil niedergelegten botanisch-chemischen Studien. Neben diesen Versuchen kam ich auf die Frage der Eintrittspforte der Karieserreger. Meine Beobachtungen in dieser Richtung bilden naturgemäß den ersten Teil der Arbeit.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. K. B. Lehmann, der den Plan für diese Arbeit entworfen hat und mich unausgesetzt in den bakteriologischen und chemischen Fragen mit Rat und Kritik unterstützt hat, für seine viele Mühe meinen herzlichsten Dank.

Herrn Dr. Lang, I. Assistenten am Hygienischen Institut zu Würzburg, bin ich für die Kontrolle meiner chemischen Analysen und für seine tatkräftige unterstützende Hilfe in vielen Fragen größten Dank schuldig.

Herrn Geheimrat Professor Dr. Kraus spreche ich für die gütige Übernahme des Referats meinen ergebensten Dank aus.

Herrn Tierarzt Dr. Auernheimer danke ich für die Überlassung tierischen Untersuchungsmaterials.

Herrn Hofrat Professor Dr. Michel für die Überlassung menschlichen Materials.

I. Teil.

Die Schmelzsprünge der normalen Menschen- und Tierzähne.

Erste Beobachtungen.

Beim Nachdenken über die Wege für das Eindringen der Zahnkarieserreger erinnerte ich mich, bei genauer Betrachtung der Zähne meiner Patienten, in meiner zahnärztlichen Tätigkeit des öfteren Schmelzsprünge gesehen zu haben. Mit der Lupe hatte ich bereits in früherer Zeit im Kiefer sitzende und auch extrahierte Zähne untersucht und festgestellt, daß sich die verschiedenartigsten Sprünge an allen Teilen der Zahnkrone vorfanden. Auch war mir damals schon die beträchtliche Anzahl derselben aufgefallen, und ich hatte den Verlauf derselben bis tief unter das Zahnfleisch verfolgen können. Diese Beobachtungen kontrollierte ich folgendermaßen: Äußerlich unverletzt aussehende, wohlgepflegte Gebisse mir bekannter Zahnärzte untersuchte ich mit bloßem Auge und mit der Lupe Zahn für Zahn. Die Resultate dieser eingehenden und umfangreichen Studie zeichnete ich auf und verglich sie untereinander, wobei mir ganz überraschende Zahlenunterschiede im Vorhandensein von Sprüngen entgegentraten. Besonders die vom Zahnarzt als „Glaszähne" bezeichneten und wegen ihrer Sprödigkeit bei der Extraktion gefürchteten Zähne wiesen eine mitunter enorme Anzahl von Sprüngen auf. Besonderes Interesse erregte die Betrachtung eines aus herrlichen Glaszähnen bestehenden Gebisses, an dem ich keine kariöse Stelle finden konnte, dessen Zähne aber übersät von Sprüngen waren. Die vorderen Schneidezähne erweckten den Eindruck, als seien sie aus lauter feinsten Splitterchen kunstvoll zusammengesetzt. Die einfache Feststellung der Sprünge befriedigte mich in keiner Weise. Ich machte Herrn Professor Dr. Lehmann von meinen Beobachtungen Mitteilung, worauf er mir sofort

vorschlug, die Sprünge der Zähne mit Fuchsin und Silbernitrat zu färben und so photographierbar zu machen.

Anmerkung: Einige Orientierungsversuche setzte ich auf Anraten von Herrn Dr. Lang, I. Assistent am Hygienischen Institut Würzburg, an die ich, ehe ich zu den Färbeversuchen übergehe, kurz erwähnen will. Sogleich nach der Extraktion befestigte ich einen Zahn, an dem zwar Schmelzsprünge, aber keine anderen Defekte zu sehen waren, mit einem Kitt aus Mennige in einem Glastrichter in der Weise, daß die Wurzelspitze nach unten in das Trichterrohr reichte, der Zahnkronenteil frei über den Mennigekitt herausragte. Nachdem der Kitt erhärtet war, verband ich das Trichterende mit einer Saugpumpe. Über den Zahnkronenteil goß ich wässeriges Fuchsin und konnte bei zwei unter sechs Versuchen einwandfrei feststellen, daß aus der Wurzel das wässerige Fuchsin heraustropfte.

Auch habe ich Zähne gekocht und gesehen, daß aus allen Teilen der Zahnkrone Bläschen entwichen; denselben Versuch habe ich auch mit glatten und gerippten Glas- und Eisenstäbchen angestellt und den Eindruck gewonnen, als ob in diesen letzteren Versuchen weit weniger Gasblasen aufstiegen.

Ich gehe jetzt zur Beschreibung der Färbeversuche über, die ich wegen ihrer Einfachheit und Genauigkeit als besonders wertvoll ansehe. Bemerken möchte ich, daß ich außer Fuchsin und 1% Argentum nitricum noch Graphit, Ruß und Tusche zum Sichtbarmachen der Sprünge verwandte, ohne damit etwas besonderes zu erzielen.

Bei dem Färben der Zähne ging ich folgendermaßen vor (s. Fig. 1):

Fig. 1.

Sofort nach der Extraktion legte ich zwei Versuchszähne mit Sprüngen in physiologische Kochsalzlösung, um jeden Einwand, daß die Sprünge Eintrocknungserscheinungen seien, zu entkräften. In ein Glasgefäß füllte ich wäßriges Fuchsin und überspannte dasselbe mit einem Seidenfaden, den ich an seinen Enden mit Siegellack am Glasgefäß befestigte. Die Zahnwurzeln der aus der physiologischen Kochsalzlösung genommenen Zähne umgab ich mit Siegellack und hing nun die Zähne in der Weise auf, daß die Zahnkrone in die Fuchsinflüssigkeit hineinragte, die Zahnwurzel mit ihrer Siegellackhülle frei über die Flüssigkeit herausragte. (Die Zeit, die zwischen Extraktion und dem Verbringen in die Farblösung lag, überstieg nie 10 Minuten.) Nach 24 Stunden fand ich bei Zahn 1, einem unteren seitlichen Schneidezahn, nach sorgfältigem Abspülen mit Wasser und Abtrocknen mit Watte, 4 Sprünge. Sprung 1 zog von der labialen Seite ansetzend im Bogen über die distale Seite hinweg und zeigte eine beträchtliche Länge, bis tief unter das Zahnfleisch. Sprung 2 und 3 lagen nur auf der labialen Seite, sie zeigten einen fast parallelen Verlauf. Ihre Länge und Tiefe war unbedeutend. Sprung 4 befand sich auf der medialen Seite und verlief ebenfalls in gerader Richtung. Die Betrachtung des Zahnes vor der Färbung hatte nur 2 Sprünge ergeben, die beiden auf der labialen Fläche liegenden Schmelzsprünge wurden erst durch die Färbung sichtbar. — Zahn 2, ebenfalls ein unterer seitlicher Schneidezahn, zeigte nach 24 Stunden in wäßrigem Fuchsin an seiner Krone nur 2 Sprünge, die beide auf der distalen Seite lagen. Meine weiteren Beobachtungen an 20 frisch extrahierten Menschenzähnen gebe ich in folgender Tabelle wieder. (Tabelle I.)

Ich möchte noch erwähnen, daß Pickerill (Otago) in seinem Buche „Verhütung von Zahnkaries und Mundsepsis", deutsch von Dr. Neumann, Wien 1913, bereits die Zähne ihrer Festigkeit nach auf äußeres Aussehen hin eingeteilt hat. Auf diese Arbeit wurde ich von Herrn Professor Michel am Ende dieses Teiles meiner Arbeit Juli 1913 aufmerksam gemacht, 3 Tage bevor Herr Professor Dr. K. B. Lehmann die vorläufige Mitteilung über meine Studien in der physikalisch-medizinischen Gesell-

Tabelle I.

Zahn	medial	distal	labial	lingual	Summa	Zahn	medial	distal	labial	lingual	Summa
1	1	2	2	0	5	11	1	2	1	0	4
2	1	1	2	0	4	12	0	1	2	2	5
3	3	0	1	0	4	13	0	2	2	2	6
4	2	1	2	0	5	14	2	1	1	1	5
5	1	2	2	0	5	15	1	1	1	2	5
6	1	0	3	1	5	16	1	1	2	0	4
7	0	2	2	2	6	17	1	1	2	0	4
8	1	0	2	2	5	18	2	0	1	2	5
9	1	1	1	2	5	19	1	2	1	0	4
10	2	0	2	1	5	20	2	0	2	1	5

schaft vortrug. Für diesen Vortrag hatte ich seit Wochen Photographien, Tafeln und gefärbtes Zahnmaterial vorbereitet, meine Hauptbefunde sind im Januar 1913 gemacht. Pickerill teilt die Zähne ein in:

1. Native Zähne (wie sie bei unzivilisierten Völkern vorkommen), und setzte hinzu, diese seien fast immun gegen Karies;
2. sklerotische Zähne (charakterisiert durch ihre Härte), gelblich gefärbt und immun, und
3. malakotische (weiche) Zähne, charakterisiert durch ihre weiße Färbung und besondere Empfänglichkeit für Karies.

Diese Angaben stimmen mit meinen und den Beobachtungen anderer. S. 63 beschreibt nun Pickerill pathologische Sprünge an malakotischen (weichen) Zähnen. An Hand einer Photographie zeigt er tiefe Fissuren in einem oberen Praemolaris und spricht sich dahin aus, „daß durch Traumen oder Temperaturschwankungen an malakotischen Zähnen Sprünge entstehen können". Weiter finden sich bei Pickerill keine Angaben. Pickerill scheint zu seinen Beobachtungen nur malakotische (ausgesucht weiche Zähne) gewählt zu haben, also pathologisches Material. Ich aber habe gesundes, normales Material gewählt, und zwar konnte ich durch die Liebenswürdigkeit mehrerer Würz-

burger Kollegen 60 wegen Stellungsanomalie geopferte sonst gesunde Zähne untersuchen. Diese 60 Zähne wurden im Gegensatz zu den Zähnen in Tab. 1 allerdings nicht sofort nach der Extraktion untersucht, weshalb ich sie als lufttrocken bezeichne. Ich fand bei keinem Zahn weniger als 4 Sprünge. Kurz sei hier angegeben, daß ich auf die Untersuchung von Leichenzähnen verzichten mußte, weil das in die Anatomie eingelieferte Material, was Zahnverhältnisse anbetrifft, fast ohne Ausnahme schlechte Zähne aufwies. Auch hätte ich frühestens 3 Tage nach dem Tode an meine Untersuchungen herangehen können, was dann wieder zu Einwendungen Berechtigung gibt.

Ich verdanke Herrn Professor Dr. K. B. Lehmann die Anregung, statt an den schwer zu erhaltenden Menschenzähnen meine weiteren Untersuchungen an Tier- vor allem Rinderzähnen vorzunehmen. Es sprechen dafür folgende Gründe:

1. In der Tierheilkunde schien über die Durchlässigkeit des Zahnschmelzes nichts Näheres bekannt — also war Neues zu finden.
2. Die Rinderzähne boten wegen ihrer Größe sowohl eine bequeme wie sichere Beobachtung.
3. Gestattete mir das Entgegenkommen des Herrn Schlachthaustierarztes Dr. Auernheimer in Würzburg eine gewisse Aufsicht über die Behandlung der Tiere vor und nach dem Schlachten, so daß ich jede Verletzung der Kiefer resp. Zähne von seiten der Schlächter sofort bemerken und das Material als unbrauchbar zurückweisen konnte.
4. War brauchbares Material jeden Alters in beliebiger Menge vorhanden.
5. Wird jeder zugeben müsen, daß Beobachtungen an Menschenzähnen, die durch Extraktion aus dem Kiefer entfernt wurden, selbst bei peinlichster Beachtung sämtlicher Vorsichtsmaßregeln stets Bedenken haben. Unzweifelhaft können bei Zahnextraktion durch die Zangengewalt Schmelzverletzungen entstehen.

Es gelang mir, gleich zu Beginn meiner Arbeit, einen frischen 7 Monat alten Rinderfötus zu erhalten und so Fötuszähne zu untersuchen. Mit scharfem Messer trennte ich den Kopf vom Rumpfe, um so handlicher damit umgehen zu können. In den Kieferwinkeln befestigte ich Wattepfröpfe, um das Maul auf das schonendste offen zu halten. Danach bestimmte ich durch vorsichtiges Abtasten der Kieferränder die Lage der Zähne, öffnete mit stumpfem Instrument unterhalb der Reihe der Fötuszähne den Kiefer und hob nun leicht aus der weichen Umhüllung die sich wie Horn anfühlenden Zähnchen heraus, entfernte die Pulpa, spülte die Zähnchen mit Wasser ab und trocknete sie mit Watte. Zur Untersuchung suchte ich 4 Zähnchen aus, von denen ich bestimmt annahm, daß sie durch keine äußeren Einwirkungen Schaden erlitten hatten. Ich führte meine Untersuchungen stets so aus, daß ich vor dem Versuch die Zähne betrachtete, alles mir bemerkenswert Erscheinende aufzeichnete und nach dem Versuch Beobachtungen nach allen Richtungen anstellte, die ich bei den Versuchen selbst jedesmal mit angeben werde. Um ein unerwünschtes Eindringen von Farbflüssigkeit, mit der ich Versuche anstellte, durch die Wurzel zu verhindern, traf ich die verschiedensten Vorsichtsmaßregeln, die ich stets mit beschreibe. Als Wurzelverschlüsse wählte ich zur Hälfte heißen Siegellack, zur Hälfte einen kalten Kitt aus Bleiglätte, um auf diese Weise Wärmeeinwirkungen auf den Schmelz studieren zu können und hängte sie mit der Krone 12, 48, 72 Stunden in Farbflüssigkeit, um einerseits die Schnelligkeit des Eindringens der Farbflüssigkeit zu kontrollieren und um anderseits Schmelzbeschädigungen wahrzunehmen, die vielleicht erst nach längerem Verbleiben in einer Farblösung sichtbar werden. Ich schildere ausführlich einen Versuch:

Fötuszahn 1. Sieben Monate alt, unverletzt, hornartige Beschaffenheit, biegsam, Wurzelteil wenig ausgebildet, Pulpahöhle sehr weit, Schmelzlage sehr dünn, wurde, mit einem Siegellackverschluß versehen, in wässerige Fuchsinflüssigkeit, wie Fig. 1 zeigt, verbracht. Nach 24 Stunden sorgfältig abgespült, abgetrocknet, der Siegellackwurzelhülle beraubt und betrachtet. Der ganze Zahn zeigt eine gleichmäßige Rötung; Sprünge waren

nicht wahrzunehmen. Ich zerschnitt ihn mit der Schere und fand folgendes. Der Schmelz war rot gefärbt, das Dentin schwach gerötet und nur an zwei Stellen in der Gegend des Zahnhalses stärker rot gefärbt. Eine genaue Betrachtung des überliegenden Schmelzes ergab, daß auch er an jenen Stellen etwas intensiver rot erschien, was vielleicht mit der dünnen Schmelzlage in der Zahnhalsgegend in Zusammenhang zu bringen ist. Der Wurzel-

Fig. 2.

teil war ungefärbt, ein Zeichen, daß kein unerwünschtes Eindringen von Farbflüssigkeit von dieser Seite her stattgefunden hatte. Fließpapier und Watte zeigten bei dem Austrocknen der Dentininnenseite Spuren von Fuchsin. Die mehrfache Wiederholung des Versuches, auch mit Mennigewurzelverschluß, gab das gleiche Resultat. Auch einige sorgfältige Versuche, bei denen ich 7 Monat alte Fötuszähne 48 und 72 Stunden in Farblösungen eintauchte, ergaben nichts Neues. Meist war Schmelz und Dentin am Zahnhals etwas stärker gerötet, Sprünge waren nicht zu sehen.

Fig. 2 zeigt einen Fötuszahn, 7 Monate alt, 24 Stunden in wäßrigem Fuchsin. Man sieht die gleichmäßige Durchtränkung

des Schmelzes und des Dentins und die in der Gegend des Zahnhalses auftretende intensivere Rötung. (Bild nicht tadellos.)

In der Literatur fand ich hierüber folgendes: Über den Schmelz der Menschenzähne berichtet Scheff in seinem Handbuch für Zahnheilkunde, Bd. I, 1909 (Hölder, Leipzig), primärer Schmelz von Menschenzähnen sei stark färbbar. Was Tierzähne anbetrifft, so kann ich diesem im wesentlichen zustimmen, die stärkere Farblösungsdurchlässigkeit in der Zahnhalsgegend führe ich auf die geringe Schmelzlage in dieser Gegend zurück. Ferner habe ich gezeigt, daß bei den zarten Zahngebilden Wärmeeinwirkungen nicht so schädlich sind wie man bisher annahm. Endlich kann man mit gutem Grunde aus meinen Versuchen schließen, daß der Zahn bei seinem Durchtritt durch das Zahnfleisch noch keine völlig undurchlässige Schmelzhülle besitzt, was ich in den folgenden Versuchen weiter beweisen werde.

Sodann wurden Zähne, welche mit halber Zahnkrone im Maule junger Kälber standen, auf Sprünge untersucht und festgestellt, daß besonders seitlich, also medial und distal, Sprünge vorhanden waren, deren Entstehungsursache nach der Lage der Sprünge zu urteilen, vielleicht in mechanischen Verletzungen zu suchen war. Um nun alle Bedenken zu zerstreuen, diese Sprünge könnten durch die Herausnahme aus dem Kiefer entstanden sein, färbte ich ganze Gebisse. Untersucht und verglichen wurden gefärbte und ungefärbte Gebisse. Da es unmöglich und bei ihrer guten Übereinstimmung unnötig ist, alle Versuche, die ich ansetzte, hier zu beschreiben, will ich nur eine genaue Betrachtung einiger Zähne vor der Färbung und nach der Färbung geben. Alle übrigen wichtigeren Untersuchungen sind nur in einer Tabelle mitgeteilt.

Zahn 1. Halb mit der Zahnkrone in der Mundhöhle stehend, wies deutlich 2 Sprünge auf, die seitlich labial ansetzten und im Bogen über die distale Seite bis tief unter das Zahnfleisch verliefen. Mechanische Verletzung und Abkauung war nicht vorhanden. Der Zahn stand gedreht in der Mundhöhle. Mit scharfem Messer löste ich sorgfältig den Zahn aus dem Kiefer und stellte weitere Sprünge auch auf der labialen Seite fest, medial konnte ich einen Sprung nachweisen, der einen gebogenen Ver-

lauf nahm. — Daraufhin extrahierte ich die Pulpa und verschloß die Zahnwurzel mit einer Siegellackhülle und verbrachte ihn in eine 1 proz. Argentum nitricum-Lösung Den Versuch beschloß ich nach einer 24 Stunden langen Einwirkung der Silberlösung im dunklen Raume. Auch den Wurzelverschluß löste ich in einer Dunkelkammer, spülte den Versuchszahn daselbst sorgfältig ab und brachte ihn darauf an das Tageslicht. Nach 5 Minuten stellte sich die Dunkelfärbung ein, bei späteren Versuchen je nach der Helle des Lichtes etwas früher oder später. An Sprüngen stellte ich die bereits beschriebenen zwei distalwärts liegenden fest, ferner labial zwei mehr geradlinig verlaufende Längssprünge und medial einen bogenförmigen Sprung. Bis auf einen distalwärts liegenden Riß besaßen alle eine geringe Tiefe. Mit einer Säge zerschnitt ich den Zahn, um die Tiefe der Sprünge zu kontrollieren und fand die Tiefe der Sprünge wie angegeben[1]), den Schmelz sah ich zur Hälfte bläulich angelaufen, den Dentinteil ungefärbt, wie die Wurzel, deren Hülle noch dünn war.

Die Tabellen II und III geben in Kürze die Resultate der Sprunguntersuchung an 20 Rinderzähnen.

Aus der Tabelle II und III geht die Häufigkeit und die Lage der Sprünge bei Zähnen, die sehr kurze Zeit im Gebrauch standen, hervor. Auch ließ ich die Farblösungen länger als 24 Stunden, 48, 72 Stunden, ja bis zu 5 Tagen einwirken. Die Tabellen will ich nicht angeben, nur bemerken, daß bei weiteren 20 Versuchszähnen in Summa 4 Sprünge mehr nach Einwirkung einer 1 proz. Argent. nitric.-Lösung vorhanden waren, als in Tabelle II. Tabelle IV bezieht sich auf Zähne in situ. Abgesägte Oberkieferteile vom Rind mit 8 nach der Schlachtung nicht mehr berührten Zähnen. Zur Untersuchung wurden von jeden der 10 Rindergebisse nur 2 halb in die Mundhöhle hineinragende Zähne herangezogen.

Nachdem ich meine Untersuchungen über Schmelzdichte und Schmelzsprünge an halb durchgebrochenen Zähnen beendet hatte, berechnete ich die Tiefe der Sprünge auf folgende Weise: 50 Zähne, die zum Teil mit 1% Argent. nitric., zum Teil mit

1) Die Tiefe der Sprünge stellte ich auch sonst in vielen Versuchen durch Zersägen der Zähne fest.

Tabelle II.

20 Rinderzähne, halb in der Mundhöhle stehend, auf Sprünge untersucht.

a) im Kiefer stehend . . . . . 45 Sprünge,
b) aus dem Kiefer entfernt . . . . . 46 Sprünge,
c) gefärbt 24 Stunden mit 1% Argent. nitric. . 61 Sprünge.

Zahn	a) Sprünge	b) Sprünge	c) Sprünge nach der Färbung	Zahn	a) Sprünge	b) Sprünge	c) Sprünge nach der Färbung
1	4	4	6	11	1	1	2
2	5	5	7	12	2	2	2
3	2	2	3	13	1	1	2
4	3	4	5	14	0	0	0
5	1	1	2	15	2	2	3
6	0	0	1	16	2	2	4
7	4	4	4	17	3	3	3
8	2	2	2	18	1	1	1
9	6	6	6	19	1	1	1
10	3	3	4	20	2	2	3

Zusammen 61 oder pro Zahn 3 Sprünge.

Tabelle III.

20 Jungrinderzähne auf die Lage der Sprünge untersucht, nach Einwirkung einer 1proz. Argent. nitric.-Lösung, 24 Stunden.

Zahn	distal	medial	labial	Summa	Zahn	distal	medial	labial	Summa
1	2	1	3	6	11	2	1	0	3
2	1	0	1	2	12	0	2	2	4
3	1	1	1	3	13	4	3	0	7
4	4	0	0	4	14	1	1	0	2
5	2	3	1	6	15	3	1	0	4
6	1	2	0	3	16	2	1	1	4
7	0	1	1	2	17	0	1	0	1
8	0	0	0	0	18	1	1	2	4
9	2	4	1	7	19	2	0	1	3
10	3	0	1	4	20	3	1	1	5

Distal 34, medial 24, labial 16, Summa 74 Sprünge oder pro Zahn etwa 4 Sprünge.

Tabelle IV.

Lage und Zahl der Sprünge bei Jungrindergebissen, halbdurchgebrochene Zähne in situ gefärbt.

Gebiß	Zahn	distal	medial	labial	Summa	Gebiß	Zahn	distal	medial	labial	Summa
I	1	2	1	2	5	VI	1	2	1	2	5
	2	3	1	0	4		2	1	0	0	1
II	1	2	2	1	5	VII	1	1	2	1	4
	2	0	1	0	1		2	2	0	1	3
III	1	2	1	0	3	VIII	1	1	0	0	1
	2	1	0	0	1		2	2	0	2	4
IV	1	1	2	1	4	IX	1	2	1	0	3
	2	3	1	1	5		2	2	0	2	4
V	1	1	1	0	2	X	1	4	2	1	7
	2	2	1	1	4		2	1	3	1	5

Distal 35, medial 20, labial 16, Summa 71, also pro Zahn etwa 4 Sprünge.

wäßrigem Fuchsin gefärbt waren, behandelte ich mit Sandpapier und Schleifstein. War es mir möglich, mit dem Sandpapier die Sprünge schnell zu entfernen, rechnete ich dieselben zu den oberflächlichen; gelang es mir erst, die Sprünge nach langer Zeit zu entfernen, so rechnete ich sie zu den tieferen; vermochte ich dieselben nur mit Hilfe des Schleifsteins zu entfernen, so rechnete ich sie zu den tiefen Sprüngen.

Vergleiche ich die halb durchgebrochenen Zähne mit den nicht durchgebrochenen, so finde ich:

1. Mit dem Alter nimmt der Schmelz der Rinderzähne an Undurchlässigkeit zu, er ist im ganzen wenig färbbar (Scheff behauptet, junger Schmelz sei gut färbbar, ich möchte dies auf Grund meiner Versuche etwas abschwächen).

2. Noch ehe der Zahn voll in die Mundhöhle eingetreten ist, treten Sprünge auf.

3. Diese Sprünge befinden sich auffallend oft an Stellen, die mit dem Kauakt nichts zu tun haben.

4. Die Tiefe der Sprünge ist meistens gering, selten beträchtlich, am seltensten sehr beträchtlich.

Tabelle V.

Die Tiefe der Sprünge bei halb durchgebrochenen Zähnen.

Zahn	oberfl.	tiefere	tiefe	Summa	Zahn	oberfl.	tiefere	tiefe	Summa
1	3	1	2	6	26	3	1	1	5
2	2	1	1	4	27	4	0	0	4
3	4	1	0	5	28	2	1	1	4
4	3	2	0	5	29	2	0	1	3
5	2	2	1	5	30	6	2	1	9
6	1	0	0	1	31	3	2	0	5
7	2	0	1	3	32	2	1	0	3
8	0	2	2	4	33	4	0	0	4
9	3	4	1	8	34	6	2	1	9
10	6	2	2	10	35	3	0	0	3
11	2	3	0	5	36	1	3	1	5
12	4	1	1	6	37	2	1	3	6
13	3	2	0	5	38	3	3	1	7
14	4	1	1	6	39	4	0	1	5
15	2	3	0	5	40	2	0	0	2
16	0	1	2	3	41	3	2	2	7
17	1	2	0	3	42	1	0	1	2
18	3	4	1	8	43	0	0	2	2
19	2	2	0	4	44	3	1	2	6
20	2	1	1	5	45	1	2	1	4
21	4	3	1	8	46	3	1	0	4
22	4	5	0	9	47	3	2	1	6
23	2	3	1	6	48	4	0	0	4
24	3	1	0	4	49	2	3	0	5
25	2	3	0	5	50	3	1	1	5

Oberflächlich 136, tiefere 78, tiefe 39, Summa 253, d. h. pro Zahn 5.

Fig. 3 zeigt einen Rinderersatzzahn, einige Zeit im Gebrauch, mit zahlreichen auch am Kauakt nicht beteiligten Stellen (48 Std. in 1% Argent. nitric.).

Fig. 4 zeigt die Schmelzundurchlässigkeit eines Zahnes, ähnlich verhalten sich etwa 25 Rinderersatzzähne.

Zum Schlusse will ich noch in einer Tabelle zwei Gebisse alter Rinder besprechen.

Fig. 3.

Tabelle VI.

Gebiß alter Rinder ungefärbt.

rechts 4 3 2 1		1 2 3 4 links	
	Sprünge		Sprünge
1 rechts	18	1 links	25
2 rechts	13	2 links	17
3 rechts	21	3 links	9
4 rechts	19	4 links	14
rechts 4 3 2 1		1 2 3 4 links	
1 rechts	19	1 links	16
2 rechts	21	2 links	13
3 rechts	12	3 links	14
4 rechts	14	4 links	22

Also haben alte Tiere statt 3—5 9—25 Sprünge in jedem Zahn.

Auf diese Weise untersuchte ich noch sehr viele Gebisse, alle mit ähnlichem Resultat.

Fig. 5 zeigt einen Rehzahn mit Sprüngen.

An Rehzähnen nahm ich Versuche vor, um den Gedanken zu prüfen, ob vielleicht durch unzweckmäßige Nahrung des Men-

Fig. 4.

schen oder der Rinder die Sprünge entstünden? und sie bei Wegfall der warmen Kost fortfielen. Die Sprünge fanden sich aber in genau demselben Maße wie beim Rinde, ebenso die mechanischen Verletzungen und die physiologische Abkauung. Einige Untersuchungen an Katzengebissen, besonders an jungen Tieren, förderten dieselben Ergebnisse. Besonders sind im Doppelmikroskop feinste Sprünge gut nachweisbar. Die Ergebnisse über diese Schmelzstudien fasse ich am Schlusse des II. Teiles der Arbeit zusammen.

II. Teil.

Untersuchungen über den Karieserreger.

Die zahnärztliche Universitätsklinik zu Würzburg (Direktor Professor Dr. Michel) stellte mir zu Studienzwecken ihr gesamtes Material zur Verfügung, ebenso einige Würzburger Kollegen.

Fig. 5.

Ihnen allen bin ich zu bestem Dank verpflichtet. Zu meinen Untersuchungen durfte ich nur Zähne mit kleinen kariösen Herden, an denen keinerlei Pulpaerkrankungen vorhanden waren, verwenden, ja, der kariöse Herd sollte sich auch nicht allzusehr in Pulpanähe befinden.

Mikroskopische Untersuchungen.

Der kariöse Inhalt des Zahnes zeigte in oberflächlichster Schicht ein buntes Bakterienbild. Ich stellte fest, daß in den

weitaus meisten Fällen Stäbchenformen vorherrschten, und zwar fanden sich nebeneinander kurze, lange, schmale, dicke Stäbchen (in einigen mit Jod gefärbten Präparaten zahlreiche mit Jod blau werdende Formen); ferner wenig Kokken in Häufchen, selten in Reihen, gelegentlich einige Sarzinen und Spirillen und einzelne gegabelte Formen. In den tieferen kariösen Schichten fand ich mehr Mikrokokken als Stäbchen. Nach der tiefsten kariösen Schicht zu nehmen die Kokken immer mehr zu, und die Stäbchen verloren sich allmählich. In der tiefsten Kariesschicht fand ich nur Kokken. In der Tabelle VII gebe ich 20 mikroskopische Präparate aus tiefster kariöser Zahnschicht nach ihrem bakteriellen Inhalt an. Das Zeichen — deutet einen positiven Befund an.

Tabelle VII.

Nr.	Einzelkokken	Diplokokken	Streptokokken	Nr.	Einzelkokken	Diplokokken	Streptokokken
1		—		11		—	—
2		—		12		—	—
3			—	13			—
4			—	14			—
5	—	—		15			—
6			—	16			—
7		—		17			—
8			—	18			—
9			—	19		—	—
10		—	—	20			—

Allgemeines über meine Züchtungsversuche und Herstellung der Nährböden.

Ich komme nun zur Aufgabe der Züchtung der gesehenen, mit Methylenblau und Fuchsin färbbaren Organismen. Dabei habe ich stets die verschiedenen Schichten des kariösen Herdes möglichst genau getrennt und die tieferen immer erst mit aus-

geglühtem Exkavator entnommen, wenn ich die oberflächlicheren entfernt hatte. Ich unterscheide:

1. Oberflächlichste kariöse Zahnschicht (mit Watte fortnehmbar).
2. Oberflächliche kariöse Zahnschicht (mit Exkavator leicht entfernbar).
3. Tiefere kariöse Zahnschicht (beginnende Entkalkung).
4. Tiefste kariöse Zahnschicht und kariöse Vorherde (Dentin von normaler Härte).

Nach dem Lehrbuch von Lehmann-Neumann stellte ich mir gewöhnliche Bouillon, Traubenzuckerbouillon, Gelatine, Agar mit Traubenzucker- und Glyzerinzusatz her, ferner Kartoffeln, Pferde- und Taubenblutserum, Pferde-, Tauben- und Menschenblutagar und Milch.

Die Vorsichtsmaßsregeln bei der Entnahme des Versuchsmaterials.

Sehr wenig Arbeiten enthalten darüber Angaben. Ich bin bei meinen Untersuchungen ähnlich wie Sieberth verfahren, habe aber noch Fehlerquellen zu vermeiden gesucht.

Bei meinen früheren Versuchen über Schmelzsprünge hatte ich das schnelle Eindringen von Fuchsin und anderen Farblösungen durch dieselben beobachtet, und da ich Schmelzsprünge an verschiedensten nicht vermuteten Stellen festgestellt hatte, mußte ich auf jede Verwendung von Aqua dest. zum Abspülen der Zähne verzichten. Daß das Reinigen eines Zahnes mit einem sterilen Tuche nicht genügte, stellte ich durch folgenden Versuch fest. Der zu untersuchende Zahn wurde mit einem im Trockenschrank sterilisierten Tuche abgeputzt. Auf 2% Traubenzuckeragarplatten wurde die Platinnadel, mit der vorher über den gereinigten Zahn gefahren wurde, abgestrichen und dieser Abstrich mit dem Drygalskispatel verteilt und die Platten in den 36° Brutschrank gestellt. Nach 24 Stunden zeigte sich bereits, daß das Zahnäußere

nicht keimfrei war. Ich mußte also eine andere Reinigung der Zahnaußenseite ausfindig machen, was ich weiter unten beschreibe.

Auch die Anwendung eines Desinfiziens verwarf ich auf Grund folgender Versuche:

1. Auf einen kariösen Herd ließ ich wäßriges Fuchsin einwirken und konstatierte nach 5 Minuten die Durchtränkung eines sehr großen Teiles des Herdes.

2a. Von einem kariösen Herde entnahm ich Material und verbrachte es auf Nährböden:

2b. Auf denselben kariösen Herd ließ ich 5 Minuten eine 5 proz. Karbolsäurelösung einwirken. Dann entnahm ich auch hiervon Material und beimpfte 4 weitere Platten; ich erhielt nur sehr spärliche Kolonien.

Bei meinen Untersuchungen verfuhr ich folgendermaßen:

Zuweilen umgab ich den ganzen Zahn mit Siegellack, sprengte ihn dann wie Sieberth mit Schraubstock, Hammer oder der in der Sieberthschen Arbeit angegebenen Zange und untersuchte mikroskopisch und kulturell. In den weitaus meisten Fällen umgab ich den Zahn mit einer Siegellackhülle, ließ den kariösen Herd frei, entnahm mit mehreren sterilen Exkavatoren nacheinander immer tiefere Dentinpartien. Dabei färbte ich stets auch Präparate, während ich Kulturen anlegte und konzentrierte meine Aufmerksamkeit speziell auf die tiefsten kariösen Schichten, die mikroskopisch nur noch eine arme Flora boten, um die Pioniere des Prozesses zu finden.

Das gewonnene Material brachte ich mit einer Platinnadelspitze auf 4 Traubenzuckeragarplatten in der Weise, daß ich auf Platte 1 das Material mit dem Drygalskispatel verteilte, darauf mit demselben Spatel Platte 2, 3, 4 bestrich. Dann stellte ich die Platten in den 36° Brutschrank. Nach 24 Stunden betrachtete ich mit bloßem Auge bei geschlossenem Deckel die Kolonien und zeichnete mir die zu beobachtenden und zu beschreibenden verschieden aussehenden Kolonien an. Erst nach 48 Stunden stach

ich die Kolonien ab, strich sie wiederum auf Agarplatten aus und betrachtete die Bakterien gleichzeitig mikroskopisch. Die Übertragung von Nährboden zu Nährboden setzte ich solange fort, bis ich sicher Reinkulturen erhalten hatte. Diese Reinkulturen impfte ich auf 2% Traubenzuckerbouillon und von hier dann erst auf die verschiedensten Nährböden.

Am 3. Tage betrachtete ich die Platten wieder, stach ab, was mir verschieden erschien, und stellte sie dann auf 14 Tage zur Seite zum Zweck der Nachkontrolle.

Aufbewahrung der Platten in sauerstofffreiem Exsikkator.

Andere Resultate als bei aerober Kultur erzielte ich bei zahlreichen anaeroben Versuchen auch nicht. Die von mir isolierten Bakterien prüfte ich auf ihre Fähigkeit, anaerob wachsen zu können. In Tabelle XI gebe ich bei jedem Bakterium das Untersuchungsresultat hierüber an.

Aziditätsuntersuchungen.

Um zu prüfen, ob und welche Säuremenge die von mir isolierten Bakterien bildeten, gab ich in viele Röhrchen je 2% Traubenzuckerbouillon, sterilisierte dieselben 3 mal je ½ Stunde und stellte die Röhrchen 48 Stunden in den Brutschrank, um zu kontrollieren, ob Verunreinigungen wahrzunehmen seien. Die steril gebliebene Bouillon beimpfte ich mit den aus tiefster kariöser Schicht isolierten Reinkulturen und setzte sie in den 36° Brutschrank. Nach 24, 48, 72 Stunden wurden sie herausgenommen und mit $^1/_{10}$ Normalnatronlauge titriert (Indikator: Phenolphthalein). Unbeimpft gebliebene Kontrollröhrchen wurden ebenfalls titriert und die sich bei diesen ergebende Azidität abgezogen. Der Säurezuwachs wurde in $^1/_{10}$ Normalnatronlauge ausgedrückt. Für jeden Versuch bestimmte ich 12 Röhrchen, 3 zur Prüfung nach 24 Stunden, 3 nach 48, 3 nach 72 und 3 zur Kontrolle. Aus den sich ergebenden, meist sehr gut übereinstimmenden Werten zog ich die Mittel und gab sie in der Aziditätstabelle XII an. Die schnellste Entwicklung bemerkte ich auf 2 proz. Traubenzuckerbouillon.

Zum Vergleich mit meinen gefundenen Streptokokken (s. u.) isolierte ich mir aus mehreren stehen gelassenen und sauer gewordenen Milchproben den Streptococcus acidi lactici und verglich die von diesen gebildeten Aziditäten mit den durch die Zahnstreptokokken erzeugten Säuren.

Die Benennung meiner Stämme als St. pyogenes und acidi lactici machte mir manche Schwierigkeit. Ich bin der Saitoschen Arbeit: „Versuche zur Abgrenzung des Streptoc. acidi lactici von Streptoc. pyogenes und lanceolatus" gefolgt. Diese Arbeit stammt aus dem Hygienischen Universitätsinstitut Würzburg (Direktor Professor Dr. Lehmann). (Siehe Sieberth, Heim, Lehmann, Kruse, Saito.)

Wuchsen die Streptokokkenketten auf Traubenzuckerbouillon lang, zeigten die Einzelglieder eine kreisrunde Gestalt, löste sich der zentrifugierte Bodensatz von beimpfter Traubenzuckerbouillon durch 5% taurocholsaures Natron nicht, so bezeichnete ich den Mikroorganismus als Streptococcus pyogenes. Blieben aber die Ketten auf Traubenzuckerbouillon kurz (höchstens bis zu 6 Gliedern), zeigten die Einzelglieder eine ausgesprochen ovale Gestalt, löste sich der zentrifugierte Bodensatz von beimpfter Traubenzuckerbouillon in 5% taurocholsaurem Natron wenigstens teilweise, blieb die beimpfte Maus gesund, so nannte ich ihn Streptococcus acidi lactici. Bei allen Streptokokken wurde die Hämolyse bei jedem Stamm festgestellt. Die Hämolyse machte ich, indem ich entweder mit abgekühltem noch flüssigem Agar oder Glyzerinagar (siehe Lehmann-Neumann, Auflage V, S. 723) frisch entnommenes Menschen- oder Taubenblut vermischte (Agar: Blut — 3:1) oder das Blut auf dem erstarrten Agar ausstrich.

Ich gebe nun die Übersicht über die bakteriologischen Befunde an 27 untersuchten Zähnen, bei denen ich stets nur die tiefste kariöse Schicht untersuchte, meist habe ich nur eine, einige Male zwei Streptokokkenarten isoliert. In zwei Fällen (Versuch 2 und 14) habe ich auch Micrococcus pyogenes aureus daneben gefunden. In der Tabelle VIII fehlen Befunde über Zahn 9, 13, 17, 18. Es waren dies Zähne mit Pulpitis, über die ich besonders berichte.

Tabelle VIII.

Ergebnisse der bakteriologischen Untersuehung der tiefsten kariösen Zahnschichten. Alle gefundenen Bakterien waren bewegungslos und gediehen am besten auf 2% Traubenzucker-bouillon.

Nr.	Anzahl der isoliert. Arten	Diagnose	Pathogenität bei Mäuseimpfung	Sauerstoffbedürfnis	Hämolyse	Löslichkeit 5% taurocholsaur. Natron
1	1	Streptoc. pyog.	keine	anaerob u. aerob	keine	keine
2	1	»	Abszeß	besser anaerob	stark	»
3 I	2	»	»	»	»	»
II		Streptoc. acid. lact.	keine	aerob u. anaerob	keine	fast gel.
4	1	Streptoc. pyog.	Abszeß	besser anaerob	stark	keine
5 I	2	»	einige Tage krank	aerob u. anaerob	»	»
II		Microc. pyog.	keine	»	—	—
6	1	Streptoc. pyog.	Abszeß	»	stark	keine
7	1	»	keine	besser anaerob	»	»
8	1	»	Abszeß	aerob u. anaerob	»	»
9	1	Pulpitisunters. siehe weiter hinten unter Vers. IX.				
10	1	Streptoc. pyog.	Maus 3 Tage krank	anaerob u. aerob	stark	keine
11	1	»	keine	besser aerob	»	»
12	1	»	Abszeß	anaerob u. aerob	»	»
13	besonderer Streptokokkenversuch siehe weiter hinten.					
I		Streptoc. pyog.	Abszeß	aerob u. anaerob	stark	keine
14	2	Mikr. pyog. aur.	—	»	—	—
15	1	Streptoc. pyog.	Maus leicht krank	besser anaerob	stark	keine
16	1	» ac. lact.	keine	aerob u. anaerob	schwache	zum Teil gelöst
17	} besondere Versuche siehe weiter hinten.					
18						
19	1	Streptoc. pyog.	Abszeß	aerob u. anaerob	stark	keine
20	1	»	Maus krank	»	»	»
21	1	»	»	»	»	»
22	1	»	»	»	»	»
23	siehe unten.					
24	1	Streptoc. pyog.	Maus krank	aerob u. anaerob	stark	keine
25	1	»	»	»	»	»
26	1	»	»	»	»	»
27	1	»	Abszeß	»	»	»

Aus den beiden Tabellen VIII und IX folgt:

1. Die tiefsten Schichten des kariösen Herdes enthalten immer Streptokokken, dieselben sind fast ausnahmslos wenig pathogen, rundgliederig, langkettig, meist stark hämolytisch. Dieselben waren in taurocholsaurem Natron unlöslich.

2. 2 mal wurden Stämme daneben gefunden, die wegen ovaler Gestalt, kurzer Ketten auf Traubenzuckerbouillon, schwacher oder fehlender Hämolyse, teilweiser Löslichkeit in Nat. taur. als Streptoc. acidi lactici angesehen werden durften.

3. Alle untersuchten Streptokokken bildeten Säure, die meist nach 24 Stunden schon fast ihr Maximum erreicht hatte, von der Zeit ab war meist nur wenige Zunahme (etwa bis um 25%) zu verzeichnen.

Nach dem 3. Tag nahm die Säure überhaupt nicht mehr zu, wie besondere Versuche lehrten.

4. Der Gesamtsäurezuwachs schwankte zwischen 1,8 bis 4,8 ccm $^1/_{10}$ Normalsäure. Die beiden als Strept. acidi lactici bestimmten Stämme lieferten nicht mehr als die anderen, die aus Milch isolierten auch nicht.

5. Ob ½ oder 12% Traubenzucker zugesetzt war, blieb ohne wesentlichen Einfluß auf die gebildete Säuremenge, ein Beweis, daß nur wenig von den größeren Zuckermengen vergoren wurde.

Es erscheint also ein schwach virulenter Streptokokkus, meist vom Charakter des Strept. pyogenes, als konstanter Bewohner der tiefsten kariösen Schichten in Zähnen, wo von Pulpitis gar keine Rede ist. — Da der Organismus Säure bildet, so ist er als Karieserreger verdächtig.

Der Umstand, daß nach 48 Stunden, jedenfalls nach 72 Stunden, der Säuregehalt nicht mehr stieg, legte den Gedanken nahe, da ja bei dem höheren Zuckergehalt der Zucker nicht verbraucht sein konnte, daß die Streptokokken nach ca. 72 Stunden abstürben. — Es wurde dies experimentell bestätigt. Länger wie nach 3 Tagen wurde keine positive Abimpfung von 2% Traubenzuckerkultur mehr erhalten.

Es folgt nun die Übersicht der auf den verschiedenen Nährböden gebildeten Säuremenge.

Tabelle IX.

Streptokokkenstämme	0,5 % 24	0,5 % 48	0,5 % 72	2 % 24	2 % 48	2 % 72	4 % 24	4 % 48	4 % 72	8 % 24	8 % 48	8 % 72	10 % 24	10 % 48	10 % 72	12 % 24	12 % 48	12 % 72	Traubenzucker
	Stunden			Stunden			Stunden			Stunden			Stunden			Stunden			
I	—	—	—	3,4	3,0	3,4	3,1	3,2	3,6	2,3	2,3	2,6	—	—	—	—	—	—	
II	3,5	3,4	3,6	3,3	3,5	3,6	3,0	4,0	4,0	3,0	3,5	4,0	—	—	—	—	—	—	
III I	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0	3,5	4,0	4,5	4,0	4,0	4,0	
III II	3,0	3,0	4,0	3,0	3,0	4,0	3,0	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
IV	3,2	3,7	4,3	3,6	3,9	4,1	3,6	4,0	4,1	3,6	3,8	4,5	3,6	4,5	4,8	3,6	4,5	5,3	
V I	2,9	3,0	3,0	2,9	3,1	3,5	2,6	3,0	3,4	2,8	3,0	2,9	—	—	—	—	—	—	
V II	1,5	2,2	2,8	1,8	2,3	3,0	1,7	2,6	2,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
VI	3,0	3,2	3,3	3,6	3,9	4,1	3,5	3,7	3,9	3,2	3,2	3,4	3,0	3,0	3,1	3,1	3,3	3,3	
VII	1,5	1,8	1,8	1,5	2,5	3,0	2,5	2,8	2,3	2,4	2,6	2,6	2,6	2,7	3,2	2,4	2,3	2,7	
VIII	2,4	2,8	2,9	2,6	2,9	3,0	2,4	2,9	3,0	2,4	2,9	3,5	2,7	2,9	2,9	2,4	2,6	2,6	
IX	Pulpitisuntersuchungen siehe weiter unten.																		
X	3,1	3,4	3,7	3,7	3,9	4,1	3,6	3,8	4,3	3,7	3,9	3,9	3,8	4,2	4,2	2,3	2,5	2,5	
XI	3,0	3,1	3,1	2,4	2,8	2,9	2,3	3,0	3,5	2,7	2,7	2,9	2,4	2,4	2,6	2,6	2,8	2,8	
XII	3,2	3,6	3,7	3,5	3,8	3,8	3,4	3,7	3,6	3,3	3,3	3,3	3,2	3,4	3,6	3,4	3,6	3,7	
XIII	siehe weiter unten.																		
XIV I	2,7	3,0	3,2	3,5	4,2	4,2	3,5	3,4	3,7	3,6	3,8	3,7	3,7	3,7	3,8	3,5	3,5	3,7	
XIV II	1,6	1,7	1,5	2,0	2,3	2,5	1,9	2,3	3,4	2,2	2,7	2,9	2,2	2,2	2,4	1,8	1,9	2,0	

Tabelle IX. (Fortsetzung.)

Strepto-kokken stämme	0,5% 24	0,5% 48	0,5% 72	2% 24	2% 48	2% 72	4% 24	4% 48	4% 72	8% 24	8% 48	8% 72	10% 24	10% 48	10% 72	12% 24	12% 48	12% 72	Traubenzucker
	Stunden			Stunden			Stunden			Stunden			Stunden			Stunden			
XV	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,4	0,7	0,7	0,8	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	
XVI	4,3	4,7	4,7	4,4	4,5	4,5	4,2	4,4	4,4	3,8	4,0	4,0	4,3	4,3	4,6	2,2	2,5	2,9	
XVII/XVIII	Pulpitisuntersuchungen siehe weiter unten.																		
XIX	2,4	2,9	3,0	3,1	3,2	3,2	3,0	3,4	3,8	3,6	4,2	4,6	3,8	4,2	4,2	4,1	4,6	4,6	
XX	1,8	2,0	2,3	2,4	2,6	2,7	2,3	2,5	2,8	2,5	2,7	2,8	2,5	2,4	2,5	2,6	2,6	2,8	
XXI	3,2	3,6	3,6	2,9	3,2	3,5	4,1	4,3	4,7	3,4	3,9	4,6	2,7	3,2	3,7	2,6	2,9	3,5	
XXII	2,9	3,4	3,4	3,0	3,4	3,7	3,1	3,4	3,4	3,5	3,5	3,7	3,4	3,4	3,4	3,5	3,6	3,6	
XXIII	siehe weiter unten.																		
XXIV	2,5	2,5	2,7	3,2	3,5	4,3	3,0	3,1	3,4	2,7	2,7	2,9	2,9	2,9	3,1	3,1	3,4	3,3	
XXV	1,8	2,4	2,6	2,7	3,0	3,5	2,8	3,0	3,0	3,1	3,1	3,4	3,1	2,9	3,4	2,9	2,7	3,0	
XXVI	2,0	1,7	1,7	2,3	2,5	2,7	2,3	2,5	2,5	1,7	1,8	2,0	1,8	1,9	2,2	1,9	2,0	2,4	
XXVII	1,6	1,9	1,9	1,8	1,8	2,0	2,7	3,0	3,0	2,4	2,7	2,9	2,7	3,0	2,9	—	—	—	
XXVIII	1,6	2,3	2,5	1,3	2,0	2,9	1,8	2,4	2,6	1,6	1,8	1,8	1,8	1,8	2,0	3,6	3,7	3,7	Micr. pyog. aureus aus Eiter
XXIX[1])	3,7	3,8	3,8	4,1	4,4	4,6	3,6	3,8	3,8	3,6	3,7	3,7	3,7	3,7	4,3	—	—	—	Streptoc. acidi lactici aus Milch
XXX	1,8	2,7	3,5	2,7	3,0	3,0	2,4	2,6	2,6	2,0	2,1	2,1	1,9	2,0	2,1	—	—	—	Streptoc. pyogenes aus Eiter

[1]) Noch drei weitere Stämme von Streptoc. acidi lactici aus verschiedenen Proben saurer Milch gaben kein anderes Resultat wie XXIX.

War dies nicht ein Beweis gegen die Bedeutung der Organismen als Karieserreger? Konnte man nicht sagen, daß ein so empfindlicher Organismus unmöglich eine dauernde Wirkung entfalten könne? Zunächst mußte geprüft werden, ob nicht die einfache Abstumpfung der gebildeten Säure genügt, um die Lebensdauer zu vermehren. Auf Rat von Herrn Professor Lehmann impfte ich größere Kölbchen mit 1% Traubenzuckerbouillon, von denen die Mehrzahl einen Zusatz von 0,2 resp. 1,0 g Kalziumkarbonat erhielt. Die Versuche benutzte ich gleichzeitig zu einer Wiederholung meiner Versuche über die Lebensdauer ohne Kalk.

Längere Lebensdauer der Streptokokken auf Kalkkarbonatnährböden.

Ich isolierte aus tiefster kariöser Schicht eines Prämolaren einen Streptococcus pyogenes und stellte 9 Kölbchen her, die je 50 ccm 1% Traubenzuckerbouillon enthielten und die ich mit I, II, III, A, B, C, D bezeichnete.

Kölbchen I, II, III enthielt 50 ccm 1% Traubenzuckerbouillon.

Kölbchen A, B, C, D enthielt 50 ccm 1% Traubenzuckerbouillon und 0,5 g kohlensauren Kalk.

Beimpft wurde I, II, III, A, B, C, D. Die Abimpfung ergab nach 5 Tagen bei 36°: I, II, III keine Entwicklung (also abgestorben), A, B, C, D entwickelt; nach 6, 7, 8, 9, 10, 11 Tagen: I, II, III keine Entwicklung, A, B, C, D entwickelt; am 12. Tage: I, II, III, A, B, C, D keine Entwicklung mehr.

Die Untersuchungen wurden täglich durch mikroskopische Präparate kontrolliert.

Der Versuch ergibt eine sehr erhebliche Verlängerung der Lebensdauer, aber auch den unzweideutigen Beweis, daß die Streptokokken in Zuckerbouillon auch absterben — wenn auch verspätet — wenn sie nicht durch Säure geschädigt werden.

Die von den Bakterien aus Zucker gebildete Säure — vermutlich in erster Linie Milchsäure — mußte Kalziumkarbonat in Lösung bringen. Ich bestimmte die gelöste Menge in folgender Weise: Nach einer Anzahl von Tagen wurde der Rest des unge-

lösten Karbonats abfiltriert, 3 mal mit wenig warmem Wasser ausgewaschen und samt dem Filter auf dem Gebläse bis zur Gewichtskonstanz geglüht. Das gefundene CaO wurde mit $\frac{100}{56}$ multipliziert und von der Menge des angewandten Karbonats abgezogen. Meine Versuche ergaben:

Versuch I, II, III: 50 ccm 2% Traubenzuckerbouillon und 200 mg $CaCO_3$ ergaben verascht, daß sich $CaCO_3$ in Traubenzuckerbouillon nicht löst und vollständig erhalten bleibt.

Versuch IV: 50 ccm 2% Traubenzuckerbouillon und 200 mg $CaCO_3$ mit einem Streptokokkus beimpft, ergab, daß sich 191 mg $CaCO_3$ gelöst hatten.

Versuch V: 50 ccm 2% Traubenzuckerbouillon und 200 mg $CaCO_3$ mit einem Streptococcus pyogenes beimpft ergab, daß sich 195 mg $CaCO_3$ gelöst hatten.

Versuch VI: angesetzt wie IV und V ergab, daß sich 196 mg $CaCO_3$ gelöst hatten.

Nun nahm ich größere Mengen $CaCO_3$ und fand:

Versuch VII: 50 ccm 2% Traubenzuckerbouillon und 1000 mg $CaCO_3$ beimpft mit Strept. pyogenes — gelöst 220 mg $CaCO_3$.

Versuch VIII: wie Versuch VII, gelöst 232 mg $CaCO_3$.

Versuch IX: wie Versuch VII und VIII, gelöst 248 mg $CaCO_3$.

Die Streptokokken vermögen also erhebliche $CaCO_3$ in Lösung zu bringen. Wenn jemand meint, solche Mengen könnten die richtigen Karieserreger nicht bilden, denn sonst würden sich die Zähne sofort auflösen — wie mir einmal ein Kollege einwandte — so ist darauf leicht zu erwidern: Erstens sind diese Säuremengen in 50 ccm Traubenzuckerlösung gefunden, während in den tiefen Kariesherden nur sehr wenig Flüssigkeit Platz hat, also auch nur absolut wenig Säure gebildet wird. Der Speichel und der Kauakt entfernten aus den kariösen Herden die gebildete Säure, sie bringen aber anderseits stets frische Nährböden, deren diese empfindlichen Organismen fortwährend bedürfen. Während wir zur Erhaltung unserer Reinkulturen stets frische Nährböden mit Spuren der alten Kulturen impften, wird beim Kauen in die von einem Teil der Bakterien befreiten Zähne frischer Nährboden eingedrückt.

Zwei Nebenfragen habe ich noch studiert:

1. Gibt es außer dem Streptokokkus noch stärker Säurebildner in den verschiedenen Schichten kariöser Zähne, Organismen, die vielleicht nur in Zuckerbouillon wachsen, oder Organismen, die nur in Symbiose gedeihen etc. Zur Untersuchung impfte ich kleine und größere Teilchen kariöser Herde pulpakranker und nur lokal erkrankter Zähne direkt in ½, 1, 2, 3% usw. Traubenzuckerbouillon. Diese Röhrchen wurden nach 24, 48, 72 Stunden ebenfalls titriert.

Tabelle X.

Beimpft aus kariösen, gleichzeitig pulpitischen Zähnen.

Materialmenge	Aziditätszunahme nach 72 Std.	Materialmenge	Aziditätszunahme nach 48 Std.	Materialmenge	Aziditätszunahme nach 24 Std.
1 Platinöse	2,5 n/$_{10}$NaOH	1 Platinöse	2,6 $^1/_{10}$NaOH	1 Platinöse	0,9 $^1/_{10}$NaOH
1	2,6	1	1,9	1	1,8
2	2,8	2	1,3	2	1,0
4	2,7	4	1,6	4	1,3
2	3,0	2	2,0	2	1,6
2	2,7	2	2,3	2	2,1
3	2,4	3	1,8	3	1,9
1	3,7	1	2,8	1	1,8
1	3,6	1	1,8	1	1,1
2	2,2	2	1,3	2	0,9

Tabelle XI.

Aus kariösen, nicht pulpitischen Zähnen.

1	1,8	1	1,1	1	0,6
1	2,8	1	1,5	1	1,0
2	3,3	2	2,1	2	1,4
4	1,6	4	2,0	4	1,3
2	2,3	2	2,3	2	1,6
2	4,0	2	2,5	2	2,3
3	3,4	3	2,8	3	1,8
1	2,3	1	3,7	1	0,7
1	2,3	1	2,3	1	1,8
2	1,5	2	1,8	2	0,6

Dies bedeutet: Bei Einimpfung von dem gemischten Inhalt kariöser Zahnhöhlen in Zuckerbouillon erhält man nie größere,

vielfach kleinere Säurewerte als bei Beimpfung mit Streptokokkenreinkulturen.

2. Habe ich einige kariöse Zähne mit Pulpitis auf ihren Gehalt an Mikroorganismen untersucht, gewissermaßen als Nachprüfung der Sieberthschen Arbeit. Ich berichte kurz über die einzelnen untersuchten Zähne:

Versuch I. Bikuspidat mit kleinem kariösen Herd und Pulpitis partialis superficialis. Es wurde gefunden:

Tabelle XII.

	In der erkrankten Pulpa	In den tiefsten kariösen Schichten	In den kariösen Vorherden
Agarplatte	Streptokokken	nichts	Streptokokken
Traubenzuckeragarplatte	»	Streptokokken	»
Glyzerinagarplatten . .	»	nichts	nichts

Es zeigt dieser Versuch wieder, wie so mancher andere, daß man auf traubenzuckerhaltigen Nährböden die Streptokokken leichter findet als wie ohne Traubenzuckerzusatz, und daß der Glyzerinzusatz hier keinen Wert hat.

II. Aus den Pulpenhörnern eines wegen Pulpitis in der zahnärztlichen Universitätsklinik extrahierten Zahnes strich ich Material auf vier Traubenzuckeragarplatten und drei Glyzerinagarplatten. Nach 48 Stunden bei 36° betrachtete ich die Kolonien, und es zeigte sich, daß alle Streptokokkenkolonien waren.

III. Von einer stark pulpitischen Pulpa entnahm ich Material und verbrachte es auf 4 Traubenzuckeragarplatten und 3 Glyzerinagarplatten. Nach 48 Stunden bei 36° stellte ich 3 Arten Kolonien fest, mikroskopisch fand ich außer Streptokokken noch verschiedene Stäbchenformen.

IV. Aus der zahnärztlichen Klinik erhielt ich einen Molaren, der nach Bloßlegung der Pulpa eine Gangrän des einen Pulpenhornes mit einem kleinen Stückchen des darunter liegenden Pulpagewebes zeigte. Die ganze Erkrankung umfaßte etwa 2 mm. Aus diesem Gangränherd impfte ich Material auf Traubenzucker- und Glyzerinagarplatten. Aus dem unter dem gangrösen Gewebe

liegenden etwas entzündeten Pulpagewebe entnahm ich ebenfalls Material für Traubenzucker- und Glyzerinagarnährböden. Nach 48 Stunden bei 36° zeigten die Platten, die aus dem pulpitischen Gewebe Material erhalten hatten, Streptokokkenkolonien. Die Platten dagegen, die mit gangränösem Material beimpft worden waren, zeigten mannigfache Kolonienformen. Mikroskopisch stellte ich Kurz- und Langstäbchen fest. Die Streptokokken waren in der Minderzahl vorhanden. Eine genauere Untersuchung habe ich nicht angestellt, da dieselbe außerhalb des Rahmens meiner Arbeit lag.

Es sind also in Übereinstimmung mit Sieberth in der entzündeten Pulpa jederzeit Streptokokken zu finden, anscheinend die gleichen wie sie in kariösem Zahngewebe vorhanden sind.

Ich habe auch einige Untersuchungen gemacht über die Bakterienflora alter kariöser Herde, insbesondere ihrer oberflächlichen Schicht. Dabei fand ich außer verschiedenen Bazillen, die ich nicht weiter studierte, noch den Micrococcus candicans, eine Sarcina weiße Art als häufigere Bewohner der kariösen Zahnherde. Seltener traf ich den Micrococcus concentricus und das Bacterium pyocyaneum an. Weitere Mitteilungen halte ich für unnötig.

Zum Schluß will ich noch ganz kurz über einen Versuch berichten, den ich unternahm, um zu sehen, ob die Streptokokken in kariösen Herden, wenn man sie nicht vorher auf einem künstlichen Nährboden gezüchtet hat, direkt imstande sind, Allgemeinerkrankungen von der Bauchhöhle der Meerschweinchen aus zu erzeugen. Gleichzeitig sollte untersucht werden, ob an der Angabe von Lord: The etiology of actinomycosis (siehe Literaturverzeichnis) etwas Wahres ist, daß sich häufig in kariösen Zähnen Aktinomykoseerreger finden lassen.

Mein Versuch bestand darin, daß ich 6 Meerschweinchen am 10. Dezember 1912 aus 6 verschiedenen extrahierten kariösen Zähnen mit sterilem Exkavator entnommene Partikel, in je 6 ccm steriler physiologischer Kochsalzlösung aufgeschwemmt, in die Bauchhöhle injizierte. Die Meerschweinchen wurden 6 Wochen

lang beobachtet und von Zeit zu Zeit gewogen. Ihre Gewichtstabelle setze ich her:

Tabelle XIII.

Nr.	10. 12. 1912	12. 12.	14. 12.	16. 12.	20. 12.	23. 12.	27. 12.	31. 12.	7. 1. 1913	13. 1.	17. 1.	27. 1.
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
24	321	347	380	390	390	380	410	430	450	450	475	490
25	524	515	555	567	570	560	580	600	650	670	700	740
26	385	397	435	430	410	420	450	470	490	512	530	600
28	330	350	380	400	390	380	400	420	445	470	490	500
29	346	367	390	400	410	390	420	420	440	460	480	500
30	403	395	430	435	430	430	430	440	460	475	500	538

Sie zeigt, daß die Tiere alle an Gewicht zunahmen. Keines war deutlich nach der Injektion erkrankt. Bei keinem ergab die Sektion aktinomykotische oder sonstige Krankheitsveränderungen.

III. Teil.

Wie verhalten sich meine Ergebnisse über den Karieserreger zu den Angaben der Literatur?

Meine Versuche wurden angestellt, ohne daß ich mich vorher eingehender mit der Literatur beschäftigt hatte. Ein großer Teil der älteren Literaturangaben ist den heutigen Anforderungen nicht mehr entsprechend, und ich darf für die Aufzählung dieser Arbeiten, auf die Darstellung in den üblichen Lehrbüchern der Zahnheilkunde, speziell auch auf die ausführliche Darstellung von Professor Michel in den „Ergebnissen der gesamten Zahnheilkunde", III. Jahrgang, 5. Heft, 1913, verweisen. Nur zu einer Anzahl neuester Arbeiten, die mikroskopisch und kulturell gleichzeitig durchgeführt sind, will ich kurz Stellung nehmen. Zunächst stimmen meine Ergebnisse durchaus mit denen der Sieberthschen Arbeit 1900 überein, der im Laboratorium von Heim durch sorgfältige mikroskopische und bakteriologische Untersuchung in der erkrankten Pulpa regelmäßig Streptokokken fand. Seine Einteilung der gefundenen Streptokokken wird sich

heute kaum mehr aufrecht erhalten lassen, wenigstens kann ich es unterlassen, zu derselben Stellung zu nehmen. In der Arbeit ist wohl die Vermutung ausgesprochen, es möchten die gefundenen Pulpitisstreptokokken auch bei der Karies eine Rolle spielen und auch eine Angabe gemacht, daß er in den tiefsten Schichten kariösen Dentins Streptokokken gefunden hat. Er scheint aber immer Zähne untersucht zu haben, bei denen schon die Pulpa krank war, so daß also die Möglichkeit vorliegt, daß das Dentin von der Pulpa aus infiziert worden ist. Weiter hat er sich mit der Kariesfrage nicht beschäftigt.

Kurz bevor Herr Professor Lehmann über unsere Forschungen im Juli 1913 in der Würzburger physikalisch-medizinischen Gesellschaft referierte, ist eine Arbeit von Baumgartner erschienen, die uns erst einen Tag vor dem Vortrag im Referat Zent. f. Bakteriologie, Bd. 56, 16, 489, bekannt wurde und die in der Wien. klin. Woch. 1913, Nr. 5, S. 178, publiziert ist. Diese Arbeit war Herrn Professor Lehmann und mir bei unseren Studien vollkommen unbekannt geblieben. Im wesentlichen waren unsere Studien Januar 1913 abgeschlossen. Die Arbeit von Baumgartner ergänzt meine Untersuchungen auf das erfreulichste. Baumgartner hat ausschließlich Schnitte durch kariöse Zähne angefertigt, nachdem er sie mit Salpetersäure entkalkt und in Methylalkohol-Zelluloidinlösung eingebettet hatte. Ich habe keine derartigen Schnittfärbungen angestellt, weil meine Färbungsversuche von Auskratzproben einwandfreie Resultate zu geben schienen. Ich würde Schnitte angefertigt haben, wenn ich in den gefärbten Präparaten eine Bakterienart, besonders ein Stäbchen häufig gefunden hätte, das in Kulturen nicht gewachsen wäre. Da dies nicht der Fall war, so gewann ich die Überzeugung, daß meine Kulturen die tatsächlich in den tiefen Schichten vorhandenen Mikroorganismen immer zur Entwicklung brachten und daß ich keine Veranlassung hätte, nach weiteren Karieserregern zu suchen.

In der Arbeit von Erich Baumgartner „Die tierischen und anaeroben pflanzlichen Protisten in der Mundhöhle des Menschen“ steht über unsere Angelegenheit nur folgendes: Auf Seite 734

unten wird geschildert und abgebildet, wie Protozoen in den Zahnschmelz eindringen. Es heißt dann nur: „mit wenigen Mikren ist der Aktionsradius dieser Mikroben begrenzt, sie werden offenbar bald von den Bakterien, unter denen wieder Kokken allen voraneilen, verdrängt. Das Vernichtungswerk, die Karies des Schmelzes, wird dann von diesen fortgesetzt. In Schnitten, in denen die Schmelzprismen quer getroffen sind, sieht man an derartigen Stellen entweder nur die organischen Bestandteile des Schmelzes von Kokken erfüllt, oder man findet auch die Prismen teilweise oder ganz von denselben durchwuchert. Die Schmelzkaries erscheint dann als Streptomykose". Dies ist alles, was an dieser Stelle steht. Drei Photogramme bei 1200 facher Vergrößerung erscheinen in der Reproduktion wenig deutlich. Zu der Ansicht, daß Protozoen beim Entstehen der Karies beteiligt seien, kann ich keine Stellung nehmen. Die von mir nachgewiesenen Sprünge machen es den Streptokokken und etwaigen Protozoen jedenfalls leicht, durch dieselben in die Zähne einzudringen.

Zusammenfassung der Ergebnisse meiner Arbeit.

I. Schmelzsprünge.

1. Die Zähne der Rinderföten besitzen einen für Farblösungen mehr oder wenig durchlässigen Schmelz.

2. Die Zahnhalsgegend der Rinderfötuszähne ist für Farblösungen besser durchlässig als jeder andere Teil der Zahnkrone.

3. Bei Zähnen, die erst mit halber Zahnkrone im Munde stehen und noch keinerlei Abkauung aufweisen, treten Sprünge auf, die sich zum großen Teil an Stellen befinden, die mit dem Kauakt nicht in Berührung stehen.

4. Die Tiefe der Sprünge ist meist gering, tiefere sind selten.

5. Neben den Sprüngen fand ich bei Rinderzähnen, die erst kurze Zeit im Kaugebrauch stehen, noch Schmelzabsprengungen und Abkauungen, die das Dentin freilegen.

6. Mit dem Alter ist eine Zunahme der Sprünge, Schmelzabsprengungen und der Abkauung zu verzeichnen.

7. Die Sprünge verteilen sich über die ganze Zahnkrone.

8. Bei Reh-, Hammel- und Katzengebissen machte ich dieselben Feststellungen. Bei stärkerer Vergrößerung werden noch feinste Sprünge in überraschender Zahl sichtbar.

9. Die Rinderzähne sind sehr widerstandsfähig gegen Einwirken von großer Wärme, die Sprünge können nicht entstanden sein durch Einwirkung von kalt und warm.

Beweis: 1. Den Rinderfötuszähnen schadete flüssiger Siegellack nichts. (Siehe Versuche.) 2. Rehe fressen keine heiße Nahrung.

10. Menschenzähne zeigen Sprünge in allen von mir untersuchten, auch äußerlich intakt aussehenden Gebissen.

11. Auch bei den Menschenzähnen sind die Sprünge über die ganze Zahnkrone verteilt und befinden sich zum sehr großen Teile an Stellen, die mit beim Kauakt wenig beteiligt sind.

12. Bei Menschengebissen fand ich ebenfalls Schmelzabsprengungen und physiologische Abkauung, die das Dentin freilegt.

13. Die meisten Sprünge finden sich bei Zähnen, die ein glasähnliches Aussehen haben.

II. Bakteriologie der Karies.

Bei der Untersuchung kariöser Herde ist es zweckmäßig resp. notwendig:

1. Nur Zähne zu verwenden mit gesunder Pulpa und möglichst kleinem Kariesherd.

2. Eingedenk zu sein, daß durch Sprünge Bakterien und Desinfektionsmittel bei der Untersuchung eindringen können.

3. Am besten ist es, den kariösen Herd und das Foramen apicale bei der Untersuchung der tiefsten kariösen Schichten mit Siegellack zu verschließen, den Zahn zu sprengen und dann, ohne durch die oberflächlichen kariösen Schichten durchzugehen, gleich die tiefsten kariösen Schichten zu untersuchen.

4. Als sehr vorteilhaft für die Untersuchung der tiefsten kariösen Schichten hat sich folgende Methode bewährt: Der Zahn wurde mit Ausschluß des kariösen Herdes mit Siegellack umgeben. Mit stets frisch sterilisiertem Exkavator wurden die

einzelnen Teile des kariösen Herdes nach der Tiefe zu vordringend untersucht und durch mikroskopische Bilder die Bakterienflora betrachtet. Von dem scheinbar gesunden Dentin wurden aus verschiedenen Tiefen Plattenkulturen angelegt.

5. In der tiefsten kariösen Schicht fand ich fast ausnahmslos Streptokokken (nur zweimal vergesellschaftet mit dem Micrococcus pyogenes aureus).

6. Zur Züchtung von Bakterien aus tiefster kariöser Schicht eignen sich von den gebräuchlichen Nährböden am besten Glyzerin- und Traubenzuckeragar. Ich ziehe den Traubenzuckeragar dem Glyzerinagar vor.

7. Am schnellsten entwickeln sich die Streptokokken auf 2% und 4% Traubenzuckerbouillon.

8. Die von mir untersuchten Streptokokken bildeten alle Säuren (2000 Titrierungen), die zwischen 0,6 bis 5 ccm n/10 NaOH auf 10 ccm Traubenzuckerbouillon schwankten. Dabei starben sie in 3—5 Tagen.

9. Setzte man 1 g $CaCO_3$ zu 50 ccm Zuckerbouillon, so wurde mehr Säure, d. h. ausreichende Mengen, um bis 242 mg Karbonat zu lösen, gebildet und die Kulturen lebten bis 12 Tage.

10. Die größte Säuremenge wurde auf 2% und 4% Traubenzuckerbouillon gebildet.

11. Größere Säuremengen als die von meinen Streptokokken gebildeten konnte ich weder bei Abimpfung ganzer kariöser Herde noch bei Übertragung erkrankter Pulpen auf Traubenzuckerbouillon feststellen.

12. Die Streptokokken aus tiefster kariöser Zahnschicht sind wenig pathogen.

13. Injektionen ganzer kariöser Herde, auch gangränöser, intraperitoneal erzeugten bei Meerschweinchen keine Krankheiten.

Nachschrift.

Nachdem meine Arbeit Ende Juli 1914 an das Archiv für Hygiene eingesandt worden war, teilte Herr Geheimrat Professor Dr. v. Gruber Herrn Professor Lehmann mit, daß in seinem Institut im Jahre 1911 eine Arbeit von Alfred Kantorowicz ausgeführt sei; dieselbe ist unter dem Titel: Bakteriologische und histologische Studien über die Karies des Dentins erschienen im Verlag von Georg Thieme in Leipzig zur Erlangung der Venia legendi an der Universität München. Infolge des Krieges ist es mir erst Ende Dezember 1914 möglich geworden, zu dieser Arbeit Stellung zu nehmen und leider unmöglich, im Augenblick weitere Versuche zu machen.

Die Arbeit von Kantorowicz zerfällt in einen bakteriologischen Teil, der sich mit den Erregern der Karies beschäftigt, und in einen histologischen Teil, der sich mit der feineren Mikroskopie kariöser Zähne abgibt. Über Sprünge im Dentin habe ich keine Angaben gefunden. Da ich gar keine histologischen Untersuchungen am Zahn vorgenommen habe, so lasse ich den Abschnitt, der sich damit beschäftigt, bei meiner Besprechung im folgenden vollständig außer acht. Kantorowicz hat gerade diesem Teil der Arbeit besonders viel Sorgfalt gewidmet. Nur will ich erwähnen, daß er auch einige Photogramme von infizierten Zahnkanälchen gibt. Soweit sich nach denselben etwas Bestimmtes sagen läßt, hat er teils Kokken, teils kurze Stäbchenformen in den infizierten Zahnkanälchen gefunden.

Im bakteriologischen Teil beschreibt Kantorowicz als typische Organismen der tiefen kariösen Schichten den Streptokokkus a und Streptokokkus b, den früher von Goadby[1]) beschriebenen und von ihm selbst häufig gefundenen Bacillus necrodentalis in 3 Varietäten, endlich Staphylokokken. In Übereinstimmung mit meinen Untersuchungen findet er die Staphylokokken seltener als die Streptokokken und Stäbchen. Er hat

1) The mycology of the mouth 1903. Diese nach Kantorowiczs Darlegungen wichtige Arbeit ist mir nicht bekannt gewesen.

sie auf keiner Platte vermißt. In meinen Untersuchungen, die sich nur mit den tiefsten Schichten beschäftigten, waren sie entschieden viel seltener als die Streptokokken. Gleich mir findet er Streptokokken als die häufigsten Bewohner der tiefen Schichten, zuweilen hat er sie in Reinkulturen gefunden. Er unterscheidet 2 Arten des Streptokokkus — a und b —, die man manchmal als Reinkultur, zuweilen aber auch zu gleichen Teilen gemischt in den tiefen Schichten finde. Zur Charakteristik benutzt er die üblichen Merkmale. Der Strept. a bildet nach ihm auf der Agarplatte kreisrunde, ganz scharf abgesetzte Kolonien mit stark lichtbrechendem Rand, das Innere der Kolonie ist braun bis braunschwarz, zuweilen direkt undurchsichtig, die Oberfläche trocken, die Konsistenz knorpelig. Beim Abimpfen schiebt sich die ganze Kolonie über den Agar, ohne zu zerbröckeln. Mikroskopisch ist der Organismus außerordentlich verschieden, je nach dem Nährboden. In Traubenzuckerbouillon bildet er Ketten mit bis 15, 20 und 25 Gliedern. Nie sehr lange Ketten. Die einzelnen Glieder sind bald rund, bald länglicher und liegen oft paarweise zusammen. Im Kondenswasser der Agarkultur, das klar ist, entsteht ein kompakter Bodensatz, der, aufgewirbelt, sich wieder setzt. Stamm a erschien wenig mäusepathogen. Kein Tier ist nach subkutaner Injektion gestorben, höchstens erkrankt.

Der Streptokokkus b hat im Gegensatz dazu vor allem kreisrunde, helle, flache Kolonien, eine innere Zeichnung (mittelfeine Körnung) ist zu erkennen. Nach 48 Stunden werden auch diese Kolonien dunkel. Die Kolonie ist weich, nicht zäh, und läßt sich beim Abimpfen gut mit der Nadel verteilen. Im Kondenswasser des Agarstrichs flockiger Bodensatz, der, aufgeschüttelt, gleichmäßig trüb bleibt und sich nicht absetzt. Andere wesentliche Unterschiede sind nicht angegeben. Durch Stamm b sind nach 24 Stunden Mäuse zuweilen gestorben nach Injektion einer Öse, zuweilen war ½ Röhrchen wirkungslos.

Eine Identifizierung dieser beiden Formen mit den in der Literatur beschriebenen ist Kantorowicz auch nicht recht gelungen. Er scheint auch Formen gefunden zu haben, die zwischen den beiden Formen a und b vermitteln, doch sollen durch Kultur die

Stämme nicht ineinander übergehen. Er faßt sie als Formen des Streptococcus pyogenes auf, meint, der Name Streptoc. necrodentalis wäre wohl praktischer, und glaubt, a als Varietas conglomerata, b als Varietas turbida bezeichnen zu können. — Die Milchstreptokokken werden bei diesen Betrachtungen nur gestreift, der Streptoc. lanceolatus nicht erwähnt.

Soweit dürften unsere Befunde in befriedigender Weise in Einklang miteinander stehen. Ich habe keine so deutlichen Unterschiede in der Konfiguration der Kondenswassersedimente beobachtet, daß ich zwei Formen hätte darauf gründen können und dafür andere Merkmale zur Differentialdiagnose zwischen den isolierten Stämmen benutzt, ohne damit viel weiter zu kommen. Dagegen habe ich mit Verwunderung gesehen, daß Kantorowicz neben den Streptokokken in tieferen Kariesschichten, allerdings weniger häufig als diese (20 bis 40% Bakterien neben 80 bis 60% Streptokokken), noch einen Bac. necrodentalis gefunden hat, der wie die Streptokokken in Milch stark Säure bildet, grampositiv ist und sich als kurze Stäbchen, die meist zu Fäden aneinander gereiht sind, präsentiert. Solche Fäden sind abgebildet. Es sind häufig 30 bis 50 Glieder von Kantorowicz beobachtet. Das Wachstum auf den Nährböden ist ein kümmerliches und langsames. Es verursacht keine Gelatineverflüssigung. Das Wachstum ist auch anaerob und hat, mit einem Wort gesagt, nach den Photogrammen wie nach der Beschreibung des Aussehens der Kulturen eine große Ähnlichkeit mit den Streptokokken, wie auch die Stelle S. 15 vorletzter Absatz beweist.

Herr Professor Lehmann machte mich nun darauf aufmerksam, daß sich hinter diesem necrodentalis höchstwahrscheinlich der Organismus verbirgt, der schon so viele Namen erhalten hat, der von Lehmann-Neumann als Bact. Güntheri bezeichnet ist, weil er in einer sorgfältigen Arbeit von Günther zuerst ausführlich beschrieben, aber nicht benannt wurde, für den Leichmann den Namen Bac. lactis acidi vorgeschlagen hat und den Kruse in neuerer Zeit als Streptoc. lactis bezeichnete. Lehmann und Neumann bezeichnen ihn gegenwärtig als Strept. acidi lactici Grotenfeld, weil sie in

der Beschreibung Grotenfelds die älteste Erwähnung dieses Organismus sehen. Der Organismus zeigt Gliederformen vom Kokkus bis zum ziemlich langen Stäbchen. Es ist dieser Organismus jedenfalls der wichtigste Säurebildner in der Milch. Er unterscheidet sich von der ganzen Koligruppe durch seine starke positive Gramfärbbarkeit und bildet ganz entschieden einen Übergang von den Streptokokken zu den Bakterien. Wenn die sehr wahrscheinliche Vermutung von Herrn Professor Lehmann richtig ist, so ist es Kantorowicz gelungen, in den Zähnen nicht nur säurebildende Streptokokken in 2 Formen zu finden, sondern auch den Streptococcus acidi lactici in seiner Stäbchenform häufiger nachzuweisen.

Es ist mir nicht recht verständlich, warum in meinen Kulturen solche grampositive Stäbchen nicht auch aufgetreten sind. Vielleicht habe ich sie übersehen, vielleicht Nährböden verwendet, auf denen die Kugelform begünstigt ist. Es ist müßig, sich jetzt darüber in Vermutungen zu ergehen. Es soll in weiteren Untersuchungen im Hygienischen Institut Würzburg dieser Frage weiter nachgegangen werden. Die Arbeit von Kantorowicz und die meinige stehen nirgends in direktem Widerspruch. Sicher bin ich, daß, wenn ich mich nicht so auf die tiefsten Schichten beschränkt hätte, ich Staphylokokken noch häufiger gefunden hätte.

Den Organismen, welche die Auflösung der kollagenen Stoffe der infizierten Zähne besorgen, bin ich nicht weiter nachgegangen. Ich habe mich beschränkt auf die Pioniere der Karies und hier in erster Linie wie Kantorowicz säurebildende Streptokokken gefunden. Sicher nehmen an der Zerstörung der Zähne in den oberen Schichten noch mannigfache andere Organismen teil, Goadby hat Gelatine verflüssigende Organismen, Bazillen der Mesenteriusgruppe und Proteusarten isoliert, Kantorowicz gelatinelösende Fermente nachgewiesen. Interessant ist, daß dieselben nur in den oberen, nicht in den unteren Schichten des kariösen Dentins zu finden waren.

Literaturverzeichnis.

1. Versuche zur Abgrenzung des Streptococcus acidi lactici von Streptococ. pyogenes und Streptococcus lanceolatus von Dr. Yoichiro Saito aus Hakodate (Japan). Arch. f. Hyg. Bd. 75, 1912.
2. Die Mikroorganismen der kranken Zahnpulpa. Von Otto Sieberth, Erlangen 1900, Inaug.-Diss.
3. Ergebnisse der gesamten Zahnheilkunde, III. Jahrg., V. Heft, Wiesbaden, Verlag Bergmann, 1913.
4. Bakteriologische Diagnostik Lehmann-Neumann. Verlag J. F. Lehmann, München 1912.
5. Lehrbuch der Bakteriologie von Ludwig Heim. Stuttgart, Verlag Emke, 1913.
6. Quantitative Bestimmungen über den Säuregehalt des Speichels und den Einfluß verschiedener Nahrungsmittel auf denselben. Inaug.-Diss., Würzburg 1910, Roland Holz.
7. Primäre Tuberkulose der Mundschleimhaut und des Unterkiefers nach Zahnextraktion (Deutsche med. Wochenschr. 1911, S. 124). Zent. f. Bakt. Ref. Bd. 50.
8. Moeller, Die Mundhöhle als Eingangspforte für Tuberkulose. (Deutsche zahnärztl. Ztg. Jahrg. X, 1911, Nr. 8, S. 117.) Zent. f. Bakt. Ref. Bd. 50, S. 344.
9. Lord, The etiology of actinomycosis. (Journ. of the American med. Ass. Vol. LV, 1910, Nr. 15, p. 1261.) Zent. f. Bakt. Bd. 49, S. 171.
10. Scheff, Handbuch der Zahnheilkunde, Bd. I, 1909, Verlag Hölder, Leipzig.
11. Verhütung der Zahnkaries und Mundsepsis von Pickerill (Otago), übersetzt ins Deutsche von Neumann in Wien. Verlag Meusser, Berlin 1913.
12. Miller, Die Mikroorganismen der Mundhöhle. Leipzig 1892, G. Thieme.
13. Baumgartner, Die Zahnkaries — eine Streptomykose. (Wien. klin. Wochenschrift 1913, Nr. 5, S. 178) und Zentralblatt für Bakteriologie, Referate Bd. 58, Nr. 16, S. 489.

Studien über den Einfluß mehrerer Salze auf den Fortpflanzungsprozeß.

Von

weiland **Rudolf Emmerich** und **Oskar Loew,**

Referent: O. Loew.

(Bei der Redaktion eingegangen am 4. April 1915.)

Es ist bekannt, daß die geschlechtliche Tätigkeit der Tiere u. a. erheblich von der Zusammensetzung der Nahrung beeinflußt wird. So wird eine zu stärkerem Fettansatz führende Nahrung, wie vorzugsweise Maisfütterung, als nachteilig für das Eierlegen bei Hühnern betrachtet. Indessen da der stärkereiche Mais nicht nur relativ arm an Protein, sondern auch arm an Kalk ist, so kann auch letzterer Umstand zum ungünstigen Resultat beitragen; denn daß Hühner bei Fütterung mit kalkarmer Nahrung wie Gerste und Kartoffeln und gleichzeitigem Ausschluß irgendeiner Kalkquelle (durch Halten in Käfigen) bald aufhören Eier zu legen, ist seit langem den Landwirten bekannt.

Was die mineralischen Bestandteile des Spermas betrifft, so prävalieren Kalziumphosphat und Kochsalz. Das Sperma des Stieres liefert nach Kölliker 2,6%, das des Pferdes 1,6% Asche, während das Sperma des Menschen nach Slowtzoff[1]) 0,9% Asche gibt.

1) Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 35, S. 358 (1902). Nach Slowtzoff gibt das Menschensperma beim Zentrifugieren eine Schichte Spermato-

Diese Asche enthält in 100 Teilen:

Chlornatrium	29,05
Chlorkalium	3,12
Schwefelsäure	11,72
Phosphorsäure	28,79
Kalk	22,40
Kali	?
Natron	?
Magnesia	?

Die in der Asche vorgefundene Menge Schwefelsäure und Phosphorsäure stammt zum größten Teil aus dem Schwefel der Eiweißkörper bzw. der Phosphorsäure der verbrannten Nukleinkörper. Von speziellem Interesse ist der hohe Kalkgehalt. Da der Kopf der Spermatozoiden lediglich ein umgewandelter Zellkern ist und die Zellkerne Kalk[1]) enthalten, so erklärt sich wenigstens ein Teil des Kalkgehaltes. Kalk muß auch für die fortschreitende Zellteilung im gespeicherten Zustande vorhanden sein[2]).

Kalk hat nach Beobachtungen von Herbst bei der Entwicklung von Seeigeleiern noch eine weitere Bedeutung, insofern seine Gegenwart bedingt, daß die Furchungszellen fest aneinander haften bleiben. Wenn man das zu den Kulturen dienende Seewasser vom Kalkgehalt befreit, so trennen sich die Furchungszellen voneinander, wahrscheinlich weil die Oberfläche derselben eine ungünstige Veränderung erfährt.

Da nun die Zellkerne Kalk als sehr wichtigen Bestandteil enthalten und vieles dafür sprach, daß bei reichlicher Kalkzufuhr die Funktionen gefördert werden, so beabsichtigten wir, Beobach-

---

zoiden, in welcher Kristalle von Kalziumphosphat vorkommen. Derselbe Autor fand, daß der Grad der alkalischen Reaktion des frischen Menschenspermas einer Lösung von 0,147% Natron entspricht, also nahezu der alkalischen Beschaffenheit des Blutes.

1) cf. O. Loew, Flora 1892, S. 375 und 1913, S. 477, ferner Biochem. Zeitschr. Bd. 38, S. 226. Ferner F. Winkler, Wien. med. W. 1913, Nr. 47.

2) Das Ovarium soll nach Adler auch in gewisser Beziehung zum Kalkstoffwechsel des Körpers stehen (Arch. Gynäk., Bd. 95).

tungen darüber anzustellen, ob eine erhöhte Kalkzufuhr etwa durch Beschleunigung des Reifungsprozesses der Eier auch den Fortpflanzungsprozeß beeinflussen könnte. Diese Ansicht wurde bestärkt durch eine Beobachtung an Meerschweinchen, welche behufs anderer Versuche Chlorkalzium[1]) im Verhältnis von 0,1 g pro kg Körpergewicht 8 Monate lang erhalten hatten. Hier zeigte sich, daß nicht nur die Zahl der Würfe, sondern auch die Zahl der Jungen pro Wurf im Durchschnitt größer war als bei den Kontrolltieren.

Jene Gruppe bestand aus 4 Männchen und 6 Weibchen, während diese aus 5 Männchen und 5 Weibchen, allein dieser geringe Unterschied in der Zahl der Weibchen reichte für sich nicht aus, die Unterschiede in der Zahl der Jungen zu erklären. Die Tiere wurden vom 5. Juli 1911 bis zum 11. Februar 1912 beobachtet. Die Geburtenzahl war wie folgt:

Datum	Kalziumtiere	Kontrolltiere
2. November	3	—
28. November	4	—
30. Dezember	—	2
1. Januar	—	2
12. Januar	2	—
20. Januar	3	—
11. Februar	3	—
Summa	15 Junge in 5 Würfen	4 Junge in 2 Würfen

Von den 5 Kontrollweibchen hatten also nur zwei geworfen, von den 6 Kalziumweibchen aber 5, und zwar kam hier die Zwillingszahl nur einmal vor, sonst 3 mal Drillinge und 1 mal Vierlinge, während bei den Kontrolltieren die Zwillingszahl nicht überschritten wurde.

1) Zu diesem Versuche wie zu allen folgenden diente reines kristallisiertes Chlorkalzium $CaCl_2 + 6H_2O$, welches zu 50,7% wasserfreies Chlorkalzium enthält. Auf letzteres sind die Zahlen hier zu beziehen. In der dargebotenen Nahrung war so viel Phosphorsäure in der Form von Kaliumphosphat vorhanden, daß nach Zusatz jener Dosis Chlorkalzium höchstens ein Drittel derselben in Beschlag genommen werden konnte.

1. Versuch mit Mäusen.

Bei unserem ersten Versuch mit jungen weißen Mäusen befanden sich anfangs in jedem Käfig je 10 Männchen und 10 Weibchen, aber bald wurden einige Tiere totgebissen, und da die Zahl der Tiere in beiden Käfigen gleich gehalten werden mußte, befanden sich nach 3 Wochen nur je 6 Männchen und 8 Weibchen in jedem Käfig. Der erste Wurf trat 12 Wochen nach Beginn der Versuche ein, und zwar bei den Kalziumtieren. Die Zahl der Würfe und Jungen war wie folgt:

Datum	Kalzium-tiere	Kontroll-tiere
31. März	6	—
17. April	7	—
18. April	—	2
28. April	4	—
13. Mai	7	—
15. Mai	5	4
19. Mai	—	1
20. Mai	3	—
21. Mai	—	2
26. Mai	7	—
30. Mai	8	—
1. Juni	6	—
Summa	53 Junge in 9 Würfen	9 Junge in 4 Würfen

Bei diesem Versuche schien uns die Geburtenzahl bei den Kontrolltieren so auffallend niedrig, daß wir vermuteten, der häufige Kampf zwischen den Männchen habe störend eingewirkt. Deshalb beschlossen wir, bei sämtlichen folgenden Versuchen nur je 1 Männchen pro Käfig zu verwenden.

2. Versuch mit Mäusen.

Bei diesem Versuch wurden 3 Käfige[1]) aufgestellt, in jedem befand sich 1 Männchen und 7 Weibchen, alle im Alter von nahezu

1) Die Holzkäfige hatten seitlich und im Deckel weitmaschige Drahtnetze behufs genügender Ventilierung, ferner eine Schichte Sägespäne zur Aufsaugung des Urins. Torfmull ist wegen des häufig nicht unbedeutenden

3½ Monaten, so daß noch 2 bis 4 Wochen bis zur Geschlechtsreife vergingen. In jeden Käfig kamen täglich 28 bis 30 g Brot und 19 bis 20 g eines aus gleichen Teilen Mais und Hanfkörnern bestehenden Gemisches. Diese Nahrung wurde bis auf unbedeutende Reste in 24 Stunden aufgezehrt. Jeden Morgen erhielten die Tiere eine Schale mit destilliertem Wasser, von dem sie sofort tranken.

Im Käfig a erhielten die Tiere Chlorkalzium, in b die gleiche und ziemlich genau äquivalente Menge Chlornatrium, in c wurde lediglich ein gleiches Volumen destillierten Wassers, wie jene Lösungen von Brot aufgesogen, verabreicht. Die Lösungen von Chlorkalzium und Chlornatrium waren 1 proz. Hiervon wurden alltäglich 6 ccm gegeben, was beim Anfangsgewicht von 17 g pro Maus im Durchschnitt einem Verhältnis von 0,44 g Chlorkalzium resp. Chlornatrium pro kg Tier entsprach; bei Zugrundelegung des Schlußgewichtes von 24 g aber dem Verhältnis von 0,31 g pro kg Körpergewicht. Auf jede Maus traf täglich 7,5 mmg dieser Salze.

Während der ganzen Beobachtungszeit blieben sämtliche Tiere in den Käfigen a und b lebend und gesund. Im Kontrollkäfig c starb je ein Weibchen am 27. Juni und 10. August. Diese wurden sofort durch nahezu gleichaltrige Individuen ersetzt. Die geworfenen Jungen werden stets bald aus dem Käfig entfernt. Im allgemeinen wirft eine Maus 4 bis 8 Junge. Es kommen aber auch ausnahmsweise 9 und 10 Junge in einem Wurfe vor. Wenn in unseren Versuchen es vorkam, daß mehr als 10 Junge am Morgen im Käfig vorgefunden wurden, so mußten wir annehmen, daß diese Zahl von Würfen zweier Weibchen herrührte. Der Versuch dauerte von anfangs März 1913 bis zum 6. Oktober. Die Würfe begannen am 30. März und ist das Datum nebst Zahl der Jungen aus der beifolgenden Tabelle zu ersehen. Nach Monaten

---

Kalkgehaltes zu vermeiden, denn oft wird das befeuchtete Brot durch den Torfmull gezerrt und dieser dann mit verspeist. Außerdem befand sich in jedem Käfig ein Ballen Holzwolle, im Winter Baumwolle, worunter die Mäuse sich versammelten.

geordnet, ergab sich für die Zahl der geborenen Jungen folgendes Resultat:

Käfig	April[1])	Mai	Juni	Juli	August	Sept.
Chlorkalzium	44	59	46	52	40	21
Chlornatrium	25	30	34	51	23	16
Kontroll	31	25	28	16	9	6

Man bemerkt also, daß die Geburtenhäufigkeit schon nach 4 Monaten wieder abnimmt. Die Würfe betrugen:

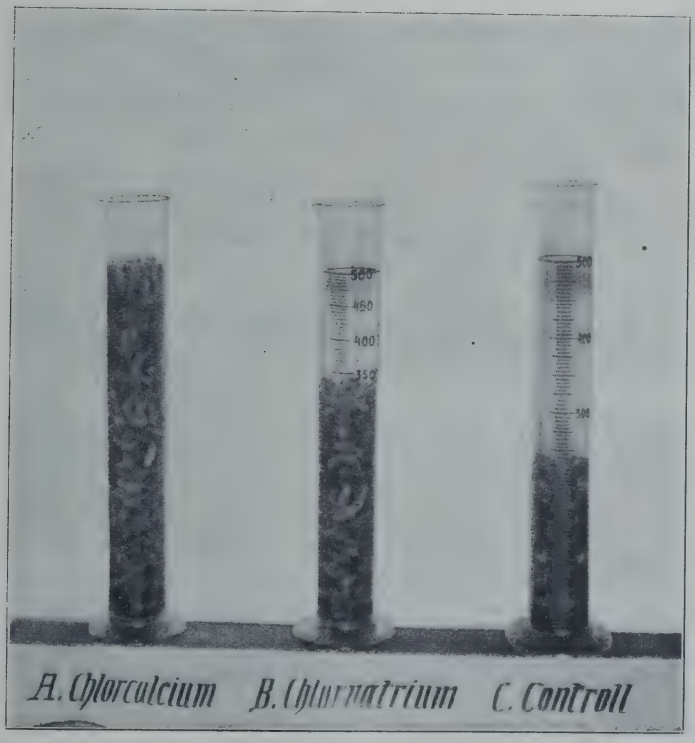
	Junge pro Wurf	Relative Zahl der Jungen
Bei Chlorkalzium 43 mit 262 Jungen	6,1	228
» Chlornatrium 33 » 179 »	5,4	156
» Kontroll 23 » 115 »	5,0	100

Ein guter Vergleich über die Massen der geworfenen Jungen ergibt sich aus der beigefügten Illustration.

Datum	Chlorkalzium	Chlornatrium	Kontroll	Datum	Chlorkalzium	Chlornatrium	Kontroll
März 30.	5	4	—	Mai 12.	5	—	—
,, 31.	—	—	5	,, 15.	—	—	3
April 7.	5	—	4	,, 16.	—	—	5
,, 10.	—	2	—	,, 17.	—	—	5
,, 13.	5	—	2	,, 20.	3	—	—
,, 15.	—	6	—	,, 21.	—	5	—
,, 17.	9	6	—	,, 22.	—	2	—
,, 19.	13	—	—	,, 23.	—	6	5
,, 20.	—	2	5	,, 27.	10	7	—
,, 21.	—	—	4	,, 29.	9	—	—
,, 22.	3	—	5	Juni 1.	4	—	5
,, 24.	—	—	6	,, 4.	7	—	6
,, 28.	4	2	—	,, 7.	—	4	—
,, 29.	—	3	—	,, 11.	—	5	—
Mai 2.	5	4	7	,, 12.	4	6	5
,, 5.	4	—	—	,, 13.	—	—	7
,, 6.	6	6	—	,, 15.	—	12	—
,, 7.	5	—	—	,, 16.	12	—	—
,, 8.	6	—	—	,, 18.	6	—	—
,, 9.	6	—	—	,, 21.	7	—	—

1) Für den Monat April wurden auch die am 30. und 31. März geworfenen Jungen mit eingerechnet, da an diesen Tagen die ersten Würfe vorkamen.

Datum	Chlor-kalzium	Chlor-natrium	Kon-troll	Datum	Chlor-kalzium	Chlor-natrium	Kon-troll
Juni 23.	—	—	5	Aug. 1.	—	—	8
,, 26.	—	7	—	,, 5.	7	—	—
,, 28.	6	—	—	,, 6.	7	—	—
Juli 2.	—	8	—	,, 8.	7	—	—
,, 4.	4	—	—	,, 10.	—	—	1
,, 5.	6	8	—	,, 13.	—	5	—
,, 6.	7	6	—	,, 16.	—	6	—
,, 8.	7	—	—	,, 18.	6	—	—
,, 15.	—	—	4	,, 20.	—	12	—
,, 17.	7	7	—	,, 24.	7	—	—
,, 18.	—	—	6	,, 28.	6	—	—
,, 22.	—	6	6	Sept. 6.	10	—	—
,, 24.	—	8	—	,, 8.	—	—	6
,, 25.	6	—	—	,, 15.	4	6	—
,, 26.	—	8	—	,, 22.	—	2	—
,, 27.	9	—	—	,, 24.	—	2	—
,, 28.	6	—	—	,, 26.	7	—	—



Die Höchstzahl 10 bei einem Wurf wurde zweimal beim Chlorkalzium und kein einzigesmal in den anderen Käfigen erreicht. Die Zahl 8 in einem Wurf kam viermal bei Chlornatrium und nur einmal bei den Kontrollmäusen vor. Die Zahl 9 fand sich dreimal bei Chlorkalzium und keinmal bei den anderen Käfigen vor. Am 7. September wurden die Weibchen[1]) gewogen, woraus sich das Durchschnittsgewicht ergab:

bei den Chlorkalziummäusen . .	24,0 g,
bei den Chlornatriummäusen . .	21,2 g,
bei den Kontrollmäusen	24,1 g.

Die Kontroll- und Chlorkalziummäuse haben somit ein Maximalgewicht erreicht, die Chlornatriummäuse aber nicht, wahrscheinlich weil hier die vermehrte Geburtenleistung den Körper geschwächt hatte. Bei den Kalziummäusen aber hatte die noch weit größere Geburtenleistung diese Schwächung nicht nach sich gezogen oder wieder überwunden. Dazu mag noch bemerkt werden, daß das Männchen bei den Chlornatriummäusen volle 25,2 g wog, also keineswegs am normalen Gewicht verloren hatte wie die Weibchen.

3. Versuch mit Mäusen.

Bei diesem Versuch wurde einerseits die tägliche Dosis Chlorkalzium erheblich vermindert und anderseits ein Vergleich mit äquivalenten Mengen Chlorkalium und Chlormagnesium angestellt. Die Fütterung und Darreichung der Salze war dieselbe wie beim vorigen Versuch, nur wurde in den ersten zwei Monaten auch Möhren gefüttert, und zwar anfangs 20 g pro Käfig, welche

1) Die Leistung einer Mäusemutter ist manchmal geradezu erstaunlich, indem bei neun Jungen in einem Wurf diese fast die Hälfte des Gewichtes ihrer Mutter erreichen. Es ist bei der Mäusezucht zu beachten, daß, wenn nicht für genügend Futter gesorgt wird, manchmal die frisch geworfenen Jungen aufgefressen werden. Ist eine solche Gewohnheit einmal eingerissen, so bleibt nichts anderes übrig, als jede trächtige Maus in einen separaten Käfig bis zum Wurf zu setzen.

Dosis nach 4 Wochen auf 5 g täglich vermindert wurde[1]). Es wurden vier Käfige aufgestellt, in jedem befanden sich diesesmal 8 Weibchen und 1 Männchen. Im Käfig a erhielten die Tiere 0,1 g Chlorkalzium pro kg Anfangsgewicht. Diese Dosis blieb sich gleich vom 26. Oktober bis zum 12. April (1. Periode) und wurde auf das dann erreichte Körpergewicht umgerechnet (2. Periode). Am 9. Mai (3. Periode) wurde diese Dosis auf das Doppelte erhöht. Jede Maus erhielt also in der 1. Periode pro Tag 0,00166 g Chlorkalzium[2]).

Im Käfig b erhielten die Tiere Chlormagnesium, und zwar wegen der schädlichen Wirkung desselben in der ersten Periode nur die Hälfte der dem Chlorkalzium äquivalenten Menge, also 0,043 g pro kg Anfangsgewicht. Diese Menge wurde ebenfalls am 12. April auf das nun erreichte Körpergewicht umgerechnet und in der 3. Periode auf das Doppelte der letzteren erhöht.

Im Käfig c wurde die dem Chlorkalzium äquivalente Menge Chlorkalium verabreicht, auch diese Menge wurde in der 2. Periode entsprechend erhöht und in der 3. Periode die letztere Dosis verdoppelt wie bei den anderen Käfigen.

Während des Versuchs, welcher vom 26. Oktober 1913 bis 1. Juli 1914 dauerte, kamen 5 Todesfälle vor, und zwar: 3 durch Totbeißen und 2 aus nicht weiter aufgeklärter Ursache. Eine Maus war zum Skelett abgemagert und wog nur noch 6,7 g. Die verendeten Tiere wurden sofort durch neue, gleichalterige ersetzt. Das Anfangsgewicht der noch nicht geschlechtsreifen Tiere betrug pro Tier im Durchschnitt 13,51 g mit Schwankungen von 13,40 bis 13,63 g. Gegen Schluß des Versuches entwickelte sich bei einer Kontrollmaus ein Tumor von Erbsengröße in der

1) In jenen 20 g frischer Möhren kann bis zu 0,020 g Kalk und 0,012 g Magnesia vorhanden sein, weshalb die Fütterung mit Möhren nach dem 2. Monat sistiert wurde.

2) Die verwendete, auf Brot verabreichte Chlorkalziumlösung enthielt in der 1. und 2. Periode 0,2% Chlorkalzium, in der 3. aber 0,4%; beim Chlorkalium zuerst 0,27%, resp. die letzte 0,54% (äquivalente Menge).

Nähe der Schwanzwurzel. Die Gewichte der Mäusegruppen betrugen während des Versuches:

Datum	Chlorkalzium g	Chlormagnesium g	Chlorkalium g	Kontroll g
26. Oktober . . .	121,4	122,0	121,2	122,1
15. Dezember . . .	197,2	166,5	169,0	142,3
14. Januar	223,4	199,0	180,5	146,9
11. Februar . . .	240,0	198,2	215,1	208,4
30. Juni	263,1	222,7	190,0	274,9

Da beständig einige der Mäuse trächtig waren, und ein einziger Wurf fast bis zur Hälfte des Muttergewichtes betragen kann, so sind diese Gewichte nur unter diesem Gesichtspunkt vergleichbar. Die Endgewichte betrugen:

	Chlorkalzium g	Chlormagnesium g	Chlorkalium g	Kontroll g
Männchen	23,0	24,9	22,3	24,4
Weibchen im Durchschnitt . .	30,4	24,7	20,9	31,3

Die folgende Tabelle gibt über die Zeit und Gewicht der Würfe näheren Aufschluß:

Datum	Chlorkalzium		Chlormagnesium		Chlorkalium		Kontroll	
	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g
Nov. 24.	—	—	—	—	—	—	5	5,10
,, 28.	2	2,91	—	—	—	—	—	—
Dez. 1.	5	5,75	—	—	—	—	—	—
,, 6.	6	5,33	—	—	—	—	—	—
,, 23.	6	8,41	—	—	—	—	—	—
,, 24.	—	—	5	3,95	—	—	—	—
,, 26.	7	8,53	—	—	—	—	—	—
Jan. 3.	6	6,91	—	—	—	—	—	—
,, 5.	—	—	—	—	—	—	5	5,16
,, 7.	—	—	5	7,16	—	—	—	—
,, 9.	5	6,42	—	—	—	—	—	—
,, 14.	10	15,49	5	6,60	—	—	3	4,81
,, 16.	14	13,21	8	11,33	—	—	—	—
Übertrag:	61	72,96	23	29,04	—	—	13	15,07

Datum	Chlorkalzium		Chlormagnesium		Chlorkalium		Kontroll	
	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g
Übertrag:	61	72,96	23	29,04	—	—	13	15,07
Jan. 22.	6	6,10	—	—	—	—	6	6,90
„ 31.	—	—	5	5,62	6	6,28	—	—
Febr. 3.	7	7,90	—	—	4	5,00	—	—
„ 4.	7	8,45	—	—	—	—	—	—
„ 6.	7	7,88	2	2,10	—	—	4	3,80
„ 12.	—	—	—	—	5	4,66	—	—
„ 14.	—	—	—	—	3	3,41	—	—
„ 15.	6	7,25	—	—	—	—	—	—
„ 18.	—	—	5	6,21	—	—	—	—
„ 19.	8	8,53	—	—	—	—	—	—
„ 22.	—	—	—	—	6	6,41	—	—
„ 24.	10	12,20	2	2,02	4	5,20	—	—
„ 26.	—	—	—	—	8	8,54	—	—
März 2.	5	6,30	—	—	—	—	6	6,20
„ 5.	7	9,24	—	—	—	—	—	—
„ 7.	6	8,42	—	—	5	5,12	5	7,48
„ 10.	—	—	—	—	—	—	5	6,21
„ 14.	—	—	—	—	3	3,25	—	—
„ 15.	4	4,36	—	—	—	—	—	—
„ 18.	4	3,63	—	—	5	5,10	—	—
„ 20.	6	6,52	3	3,42	4	4,32	—	—
„ 22.	7	7,40	—	—	—	—	—	—
„ 23.	4	4,90	—	—	—	—	4	5,30
„ 25.	7	9,41	—	—	—	—	—	—
„ 29.	6	7,72	—	—	—	—	5	5,50
„ 30.	—	—	—	—	—	—	5	8,31
„ 31.	—	—	—	—	—	—	7	7,72
April 2.	—	—	—	—	—	—	6	7,30
„ 6.	5	5,31	—	—	—	—	—	—
„ 8.	—	—	—	—	8	8,70	5	6,51
„ 11.	5	6,78	—	—	—	—	5	6,91
„ 12.	—	—	4	5,41	4	5,01	—	—
„ 14.	11	14,82	—	—	—	—	—	—
„ 15.	—	—	—	—	—	—	3	4,00
„ 18.	11	12,55	—	—	—	—	5	6,81
„ 20.	—	—	—	—	—	—	5	6,91
„ 21.	—	—	5	7,52	—	—	5	6,82
„ 23.	5	6,60	—	—	—	—	12	15,25
„ 24.	—	—	5	5,21	—	—	—	—
„ 26.	5	7,48	—	—	—	—	—	—
Übertrag:	210	251,66	54	66,55	65	70,00	106	133,00

Datum	Chlorkalzium		Chlormagnesium		Chlorkalium		Kontroll	
	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g
Übertrag:	210	251,66	54	66,55	65	70.00	106	133,93
April 28.	—	—	—	—	—	—	7	7,91
,, 29.	—	—	4	5,80	—	—	—	—
,, 30.	8	9,20	—	—	—	—	6	6,50
Mai 2.	11	12,60	—	—	5	6,70	—	—
,, 7.	6	7,15	—	—	—	—	5	5,61
,, 9.	—	—	—	—	—	—	4	4,71
,, 10.	—	—	5	6,68	—	—	8	9,50
,, 11.	—	—	—	—	5	6,41	—	—
,, 13.	—	—	—	—	—	—	9	9,92
,, 17.	—	—	9	10,30	—	—	—	—
,, 20.	8	7,89	4	4,83	—	—	—	—
,, 21.	—	—	—	—	—	—	8	12,60
,, 22.	6	6,40	—	—	—	—	—	—
,, 23.	3	4,06	—	—	—	—	—	—
,, 25.	—	—	—	—	3	3,10	—	—
,, 28.	5	5,81	—	—	—	—	7	8,84
,, 30.	—	—	6	6,92	—	—	4	5,43
,, 21.	7	8,20	—	—	—	—	—	—
Juni 4.	—	—	4	4,00	—	—	—	—
,, 8.	6	7,20	—	—	—	—	2	2,31
,, 10.	6	7,25	5	5,32	—	—	—	—
,, 11.	5	4,55	—	—	—	—	—	—
,, 16.	5	5,53	—	—	—	—	2	2,90
,, 19.	2	2,31	—	—	—	—	6	6,20
,, 20.	—	—	—	—	2	1,80	—	—
,, 22.	—	—	3	3,86	5	4,72	—	—
,, 23.	—	—	4	4,51	8	9,05	—	—
,, 26.	3	3,05	—	—	—	—	—	—
,, 27.	4	5,42	—	—	—	—	—	—
Summa:	297	348,28	98	120,77	93	100,77	174	215,43

Die Zahl der Jungen betrug somit pro Monat:

Datum	Chlor-kalzium	Chlor-magnesium	Chlor-kalium	Kontroll
Dezember	24	5	—	—
Januar.	41	23	—	14
Februar	45	9	34	4
März	56	3	17	43
April	50	18	12	53
Mai	48	24	13	45
Juni	30	12	15	10

Es ergibt sich also auch hieraus eine Abnahme der Geburtenhäufigkeit bei den Kalziumtieren nach dem 4. Monat nach einer bedeutenden Steigerung. Bei den Kontrolltieren sank die Zahl nach dem 5. Monat. Bei den Magnesium- und Kaliumtieren war die Sachlage weniger deutlich, weil überhaupt kein so erheblicher Anstieg erreicht wurde wie bei den Kalzium- und Kontrolltieren.

Die folgende Tabelle gibt einige weitere Daten von Interesse:

	Zahl der Würfe	Durchschn. Gew. eines Wurfes g	Durchschn. der Jungenzahl pro Wurf	Durchschn. Gew. eines Neugebor. g	Totalzahl der Jungen
Kalziumtiere	51	6,83	5,82	1,17	297
Magnesiumtiere . . .	21	5,75	4,69	1,23	98
Kaliumtiere	19	5,30	5,89	1,08	93
Kontrolltiere	32	6,26	5,28	1,18	174

Auch aus diesem Versuch geht hervor, daß nicht nur die Zahl der Würfe, sondern auch die Zahl der Jungen pro Wurf bei den Kalziumtieren größer ist als im Kontrollversuch. Das Verhältnis der Totaljungenzahl ist 171 : 100.

Was die Magnesiumtiere betrifft, so war für uns die geringere Produktion nicht überraschend, denn die ungünstige Wirkung einer größeren Magnesiazufuhr war uns aus früheren Versuchen bekannt. In bezug auf die Kaliummäuse überraschte uns aber das ungünstige Resultat, und in der Vermutung, daß hier eine zufällige Anomalie vorliege, stellten wir im folgenden Versuch nochmals einen Vergleich zwischen Chlorkalium und Chlorkalzium in ihrer Wirkung auf die Fortpflanzung bei Mäusen an.

4. Versuch mit Mäusen.

Es wurden 3 Käfige aufgestellt mit je 7 Weibchen und 1 Männchen in nahezu geschlechtsreifem Zustande und im Mittel 14 g Körpergewicht pro Tier. Die Darreichung der Lösungen geschah wie im vorigen Versuch. Während der ersten drei Wochen erhielten die Tiere Weißbrot mit Milch und etwas Hanf, hierauf

Schwarzbrot und Hanfkörner, im letzten Monat aber ausschließlich Schwarzbrot.

Am 1. Oktober 1914 wurde mit der Darreichung der Salze begonnen. Chlorkalzium wurde dargereicht im Verhältnis von 0,1 g pro Kilo Tiergewicht, während Chlorkalium in äquivalenter Menge. Das Totalgewicht betrug am 1. Oktober bei den Kalziummäusen 144,2 g, am 1. Dezember 217,1 g, auf welche Zahlen die Chlorkalziummenge berechnet wurde. Die Beobachtungen wurden am 20. Februar 1915 abgebrochen, weil 2 Kontrollmäuse an diesem Tage abstarben.

Zahl und Gewicht der Jungen sind aus folgender Tabelle zu ersehen:

Datum	Kalziumtiere		Kaliumtiere		Kontrolltiere	
	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g
Okt. 15.	—	—	—	—	7	7,80
„ 16.	—	—	—	—	6	6,65
„ 18.	10	12,92	—	—	5	6,05
„ 19.	—	—	—	—	3	4,10
„ 20.	4	4,85	—	—	4	4,72
„ 21.	2	2,15	—	—	5	7,30
„ 22.	7	6,85	—	—	—	—
„ 28.	7	7,91	—	—	—	—
Nov. 6.	8	7,85	—	—	2	3,27
„ 12.	3	4,62	—	—	—	—
„ 13.	10	11,96	2	3,41	—	—
„ 17.	4	4,90	—	—	1	1,72
„ 18.	6	7,82	—	—	—	—
„ 19.	—	—	—	—	5	5,96
„ 21.	8	8,90	3	2,53	7	8,95
„ 22.	—	—	5	5,30	—	—
„ 24.	—	—	5	6,65	—	—
„ 28.	1	1,82	3	4,36	—	—
„ 29.	—	—	—	—	14	18,41
„ 30.	—	—	—	—	2	2,30
Dez. 1.	3	4,16	—	—	2	2,50
„ 2.	7	9,80	8	8,32	—	—
„ 4.	7	10,26	—	—	—	—
„ 6.	—	—	—	—	2	2,43
„ 8.	3	4,92	7	6,58	13	17,16
„ 13.	—	—	7	8,73	7	9,92
Übertrag:	100	108,69	40	45,88	85	109,24

Datum	Kalziumtiere		Kaliumtiere		Kontrolltiere	
	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g
Übertrag:	100	108,69	40	45,88	85	109,24
Dez. 15.	5	7,14	—	—	—	—
„ 18.	13	15,72	1	1,15	—	—
„ 21.	9	10,93	—	—	5	5,62
„ 24.	3	3,92	8	9,97	6	7,26
„ 27.	—	—	4	5,72	—	—
„ 29.	6	8,90	—	—	10	12,10
Jan. 2.	—	—	8	10,31	—	—
„ 5.	7	9,78	—	—	—	—
„ 6.	4	4,92	8	12,20	8	9,81
„ 8.	8	8,76	—	—	—	—
„ 9.	—	—	—	—	3	5,06
„ 11.	4	5,71	6	8,13	5	5,48
„ 13.	7	9,76	4	6,74	—	—
„ 16.	—	—	5	7,38	—	—
„ 19.	4	5,13	4	3,41	—	—
„ 21.	—	—	6	7,34	5	5,41
„ 26.	3	2,87	—	—	—	—
„ 30.	—	—	—	—	4	4,86
Febr. 1.	6	7,29	2	2,18	—	—
„ 4.	5	5,63	—	—	—	—
„ 5.	7	8,02	2	2,23	—	—
„ 12.	—	—	7	6,61	—	—
„ 16.	3	3,72	—	—	—	—
„ 18.	8	9,83	—	—	—	—
„ 20.	—	—	—	—	2	3,54
Summa:	202	239,72	105	130,55	133	168,58

Wenn wir hier wie im vorigen Falle 10 Junge als seltene Höchstzahl für einen Wurf annehmen, also bei größerer Jungenzahl, welche am Morgen im Käfig vorgefunden wurden, zwei Würfe angenommen werden müssen, so ergibt sich aus der Geburtstabelle folgende Übersicht:

	Kalzium-tiere	Kalium-tiere	Kontroll-tiere
Zahl der Würfe	33	21	27
Totalzahl der Jungen . . .	202	105	133
Totalgewicht der Jungen . .	239,72	130,55	168,58
Zahl der Jungen pro Wurf im Durchschnitt	6,1	5,0	5,0

Als relative Zahlen ergeben sich:

	Relative Zahl der Jungen	Relatives Gewicht der Jungen
Kontrolltiere	100	100
Kaliumtiere	79	79
Kalziumtiere	152	142

Auch hier tritt wieder der günstige Einfluß des Kalziums zutage. Jedoch ist mit der größeren Zahl der Würfe und der gesteigerten Zahl der Jungen pro Wurf keineswegs auch ein größeres Einzelgewicht eines Jungen verbunden. Ferner ergibt sich zum zweitenmal ein ungünstiger Einfluß des Chlorkalium und merkwürdigerweise wieder ein verspätetes Eintreffen des ersten Wurfes.

Versuch mit Meerschweinchen.

Bei diesem Versuche wurden vier Gruppen beobachtet. In jeden Käfig kamen 6 Weibchen und 1 Männchen in eben geschlechtsreif gewordenem Zustande. Die Tiere waren 10 Wochen alt und wogen von 270 bis 300 g. Die Fütterung bestand aus Brot, Hafer, Heu und Möhren. Die Zugabe von Möhren bei diesen jungen Tieren schien uns nötig, weil in den ersten Wochen mehrere derselben unter starker Diarrhöe zugrunde gingen. Diese Tiere wurden durch gleichalterige sofort wieder ersetzt. Anfangs betrug die Menge der Möhrenwurzel 180 g pro Käfig, jedoch nach 10 Wochen wurde diese Menge auf 35 g vermindert, weil diese Wurzeln eine nicht unerhebliche Menge Kalk und Magnesia[1]) enthalten. Das dargereichte Heu war ziemlich kalkreich und enthielt 1,21% Kalk in der Trockensubstanz. Das Brot und der Hafer, also die Hauptnahrung, waren kalkarm, der Hafer enthielt 0,06% Kalk und das Brot 0,04%[2]).

Im ersten Käfig erhielten die Tiere täglich 0,1 g Chlorkalzium pro kg Anfangskörpergewicht (7. Oktober 1913). Das Chlor-

1) Aus den vorhandenen Analysen berechnen sich im Durchschnitt auf 1000 Teile Frischgewicht bei Möhren 1,1 Teil CaO und 0,6 Teile MgO.

2) Es wurde pro Tag und Käfig gefüttert: 90 g Hafer, 150 g Heu und 120 g Brot.

kalzium kam in Form einer 2 proz. Lösung zur Verwendung, welche von den gereichten Brotschnitten aufgesogen wurde. Am 17. Januar 1914 wurden die Tiere wieder gewogen und dann die Menge des Chlorkalziums im erwähnten Verhältnis erhöht. Ebenso wurde mit den Tieren im zweiten Käfig verfahren, welche ebensoviel Chlornatrium erhielten als jene Chlorkalzium (äquivalente Menge).

Im dritten Käfig wurde Chlormagnesium verabreicht.

Da uns aber schon früher Versuche gezeigt hatten, daß die Tiere Chlormagnesium weit weniger gut vertragen als Chlorkalzium und allmählich der Appetit vermindert wird, wurde die Menge dieses Salzes anfangs nur zu 0,02 g pro kg Körpergewicht festgesetzt, und diese Dosis wurde erst vom 17. Januar ab auf 0,03 g pro kg erhöht.

Im vierten Käfig erhielten die Tiere nur ebensoviel destilliertes Wasser auf das Brot als die anderen Tiere Lösung.

Der Versuch begann am 7. Oktober 1913 und wurde am 20. März 1914 geschlossen, weil zu dieser Zeit eine Epidemie unter den verschiedenen Abteilungen von Meerschweinchen, die sich in der Stallung befanden, auftrat.

In folgender Tabelle finden sich die Zahlen und Gewichte der Jungen verzeichnet:

Geburtstabelle der Meerschweinchen.

Datum	Chlorkalzium		Chlornatrium		Chlormagnesium		Kontroll	
	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g
Okt. 25.	—	—	2	148,0	—	—	—	—
„ 28.	—	—	2	171,5	—	—	—	—
Nov. 20.	2	110,0[1])	—	—	—	—	—	—
„ 28.	2	181,2	—	—	—	—	—	—
Jan. 5.	4	310,0	—	—	—	—	—	—
„ 6.	—	—	—	—	2	169,1	4	264,2
Übertrag:	8	601,2	4	319,5	2	169,1	4	264,2

1) Es lag hier eine Frühgeburt vor, wie das ausnehmend niedrige Gewicht und die Haarlosigkeit der Haut bewies. Junge Meerschweinchen kommen im Gegensatz zu Mäusen und Kaninchen stets mit wohlentwickeltem Fell zur Welt.

Datum	Chlorkalzium		Chlornatrium		Chlormagnesium		Kontroll	
	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g
Übertrag:	8	601,2	4	319,5	2	169,1	4	264,2
Jan. 7.	6[1])	439,5	2	210,7	—	—	—	—
„ 8.	—	—	—	—	4	295,9	2	201,0
„ 11.	2	176,0	—	—	—	—	—	—
„ 12.	—	—	4	329,1	—	—	2	155,1
„ 14.	—	—	—	—	3	254,2	—	—
„ 19.	—	—	2	175,2	—	—	2	176,2
„ 20.	—	—	—	—	3	204,8	—	—
„ 27.	—	—	3	190,4	—	—	—	—
„ 28.	—	—	—	—	1	85,0	—	—
„ 30.	3	174,9	—	—	—	—	—	—
Febr. 2.	4	225,2	—	—	—	—	—	—
„ 8.	—	—	—	—	2	154,4	—	—
„ 9.	—	—	—	—	—	—	2	175,8
März 10.	4	242,7	—	—	—	—	—	—
„ 18.	4	200,1	—	—	—	—	—	—
„ 19.	2	186,3	—	—	—	—	—	—
„ 20.	—	—	2	163,1	—	—	4	170,2
„ 21.	—	—	2	151,0	—	—	—	—
Summa:	33	2245,9	19	1539,0	15	1163,4	16	1142,5

Es kamen also Vierlinge bei den Chlorkalziumtieren viermal vor, bei den Kontrolltieren aber nur zweimal, bei den Chlornatrium- und Chlormagnesiumtieren nur je einmal. Der günstige Effekt des Kalziums tritt auch hier sehr klar in die Erscheinung. Für Chlornatrium ist aber auch ein gewisser günstiger Effekt nicht zu bestreiten. Es ist ja auch schon oben beim zweiten Mäuseversuch dasselbe beobachtet worden.

Folgende Tabelle erleichtert die Übersicht:

	Chlor-kalzium	Chlor-natrium	Chlor-magnesium	Kontroll
Zahl der Würfe	11	8	6	6
Zahl der Jungen	33	19	15	16
Tiere pro Wurf	3,0	2,4	2,5	2,7
Durchschnittsgewicht eines Neugeborenen, g	68,0	81,0	77,5	70,2

1) Da die Vierzahl in einem Wurfe bei Meerschweinchen kaum je überschritten wird, so sind in diesem Falle zwei Würfe anzunehmen.

Versuch mit Kaninchen.

Es wurden zwei ziemlich geräumige Käfige aufgestellt; der eine für Kalziumtiere, der andere für Kontrolltiere. In jeden kamen 2 Weibchen und 1 Männchen in eben geschlechtsreif gewordenem Zustande. Jede Abteilung erhielt alltäglich ein Futter, bestehend aus: 120 g Hafer, 160 g Heu, 140 g Brot, das letztere zur Hälfte morgens und zur Hälfte abends, ferner einen Trog mit destilliertem Wasser. In den ersten 10 Wochen wurden außerdem noch Möhrenwurzeln verabreicht, jeden zweiten Tag 20 g. Die Anfangsgewichte der Tiere waren:

	Kalziumtiere g	Kontrolltiere g
Männchen	1620	1571
Weibchen Nr. 1	1864	1865
Weibchen Nr. 2	1870	1875

Die Kalziumtiere erhielten alltäglich 25 ccm einer 2 proz. Chlorkalziumlösung, aufgesaugt vom dargereichten Brot, entsprechend nahezu 0,1 g pro kg Anfangskörpergewicht. Die Kontrolltiere erhielten ebensoviel destilliertes Wasser auf ihr Brot.

Über die Zahl und das Gewicht der geworfenen Tiere gibt die folgende Tabelle Auskunft:

Datum	Kalziumtiere		Kontrolltiere	
	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g
Okt. 25. (1913)	5	202	3	173
„ 27.	5	161,5	—	—
„ 30.	—	—	6	225
Nov. 28.	5	209	—	—
Dez. 1.	5	255	—	—
„ 6.	—	—	10	411
„ 24.	5	216	—	—
„ 31.	—	—	4	192
Jan. 8. (1914)	6	254	—	—
„ 14.	—	—	4	212
„ 25.	4	164	—	—
„ 31.	—	—	4	198
Übertrag:	35	1461,5	31	1411

Datum	Kalziumtiere		Kontrolltiere	
	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g
Übertrag:	35	1461,5	31	1411
Febr. 24.	6	265	—	—
März 3.	6	234,4	—	—
„ 5.	—	—	2	268
„ 14.	—	—	6	269
„ 26.	4	166	—	—
April 2.	7	193,7	—	—
„ 14.	—	—	2	115,6
„ 23.	5	220,0	—	—
Mai 6.	3	132,2	—	—
Summa:	66	2672,8	41	2063,6

Da bei mehr als 6 Jungen bei Kaninchen sicher 2 Würfe anzunehmen sind, so stellt sich bei den Kalziumtieren die Zahl der Würfe auf 14, bei den Kontrolltieren aber nur auf 10.

	Durchschnittsgewicht eines Wurfes g	Durchschnittszahl der Jungen pro Wurf	Durchschnittsgewicht eines Neugeborenen g	Totalzahl der Jungen
Kalziumtiere	190,9	4,7	40,0	66
Kontrolltiere	206,3	4,1	50,3	41

Rückblick.

Es ergibt sich somit aus diesen Versuchen:

1. Eine erhöhte Kalziumzufuhr bedingt eine Vermehrung der Würfe. Chlorkalzium zeigt hier eine bedeutende Überlegenheit über Chlorkalium und Chlormagnesium.

2. Eine erhöhte Kalziumzufuhr bringt eine durchschnittliche Vermehrung der Jungenzahl in einem Wurf. Das durchschnittliche Einzelgewicht der Neugeborenen ist jedoch in der Regel etwas geringer als dasjenige der Jungen im Kontrollfall. Am größten war die Begünstigung durch Kalzium bei Mäusen,

als 0,4 g Chlorkalzium pro kg Körpergewicht verabreicht wurde[1]).

3. Chlornatrium begünstigt ebenfalls die Zahl der Würfe in einem gewissen Grade, aber nicht immer die Zahl der Jungen pro Wurf.

4. Chlorkalium und Chlormagnesium haben keine Begünstigung gebracht.

5. Während die Mehrproduktion keine Schädigung des Körpergewichts für die Muttertiere zur Folge hatte, wenn sie durch Chlorkalzium herbeigeführt wurde, hat die Anregung durch Chlornatrium am Schluß ein durchschnittliches Mindergewicht der Muttertiere bei Mäusen von rd. 12% ergeben (siehe den 2. Mäuseversuch).

Sehr auffallend bleibt der ungünstige Effekt des Chlorkaliums. Weitere Versuche müssen noch bessere Begründung und Aufklärung bringen. Es ist aber von großem Interesse in dieser Richtung, daß Aron (1905) beobachtet hat, daß das Knochenwachstum leidet und der Kalkansatz abnimmt, wenn in der Nahrung bei gleichbleibendem Kalkgehalt die Kaliumsalze zunehmen, die Natriumsalze aber abnehmen.

Es ist ferner bekannt, daß eine erhöhte Zufuhr von Kaliumsalzen schädlich auf die Herztätigkeit wirkt.

Der Umstand, daß die Würfe bei den Kalziumtieren häufiger sind, zeigt, daß hier die weiblichen Tiere öfter aufnahmefähig sind als die Kontrolltiere. Die Tatsache, daß die Zahl der Jungen in einem Wurf bei den Kalziumtieren größer ist als bei den Kontrolltieren, kann entweder darauf beruhen, daß die Eier infolge erhöhter Ovariumstätigkeit rascher reifen und daher mehr Eier den Spermatozoiden im Uterus zur Verfügung stehen — denn nur die reifen Eier gelangen in den Uterus — oder darauf, daß

1) Solche große relative Dosen von Chlorkalzium können aber bei größeren Tieren nicht verabreicht werden, weil die relative Nahrungsaufnahme hierbei in Betracht gezogen werden muß. Bei jungen Schweinen dürfte 0,1 g Chlorkalzium pro Tag und Kilo Körpergewicht das Maximum sein, bei älteren würden 0,03—0,04 das Optimum bilden, bei Kühen und Pferden 0,01—0,02 g pro Tag pro Kilo Körpergewicht.

bei gleicher Eierzahl die Befruchtungsmöglichkeit bei Kalziumzufuhr günstiger ist. Erstere Ansicht hat mehr Wahrscheinlichkeit für sich. Die Vermutung, daß erhöhte Kalziumzufuhr auch die männliche Tätigkeit beeinflußt, kann bei diesen Tieren kaum bewiesen werden, wenn sie auch einer gewissen Berechtigung nicht entbehrt.

Schließlich mögen noch die Prozentzahlen der Jungenproduktion zusammengestellt werden:

Produktion bei Chlorkalziumzufuhr.

Versuche	Zunahme der Jungenzahl in %	Dosis Chlorkalzium in Gramm pro kg Körpergewicht
2. Mäuseversuch	+ 128	0,4
3. »	+ 71	0,1, später 0,2
4. »	+ 52	0,1
Meerschweinchen-Hauptversuch	+ 106	0,1
Kaninchen	+ 61	0,1

Vermehrung bei Chlornatriumzufuhr in %.

Versuche	Zunahme der Jungenzahl in %	Dosis Chlornatrium in Gramm pro kg Körpergewicht
2. Mäuseversuch	+ 56	0,4
Meerschweinchen-Hauptversuch	+ 19	0,1

Produktion bei Zufuhr von Chlorkalium.

Versuche	Abnahme der Jungenzahl in %	Dosis Chlorkalium in Gramm pro kg Körpergewicht
3. Mäuseversuch	— 46	0,1, später 02
4. »	— 21	0,1

Produktion bei Zufuhr von Chlormagnesium.

Versuche	Abnahme der Jungenzahl in %	Dosis Chlormagnesium in Gramm pro kg Körpergewicht
3. Mäuseversuch	— 42	0,043, später 0,086
Meerschweinchen-Hauptversuch	— 6	0,020, später 0,030

Ein neuer Apparat zur gewichtsanalytischen Bestimmung von Mörtelfeuchtigkeit.

Von

K. Trautwein.

(Aus dem Laboratorium für Bauhygiene der Kgl. Technischen Hochschule München. Vorstand: Prof. Dr. R. Emmerich †.)

(Bei der Redaktion eingegangen am 8. April 1915.)

Die Feuchtigkeit bewohnter Räume wird fast allgemein nach dem Wassergehalt des Mörtels der Zimmerwände beurteilt. 1 bis 2 Gewichtsprozent Wasser im Mörtel werden dabei als zulässig anerkannt, während ein höherer Wassergehalt als Anzeichen eines feuchten Raumes gilt.

Für die Bestimmung des Wassers im Mörtel wurden eine Reihe von Methoden vorgeschlagen, unter denen die gewichtsanalytische ohne Zweifel die zuverlässigste ist und infolgedessen von jeher die meisten Anhänger gefunden hat.

Da es bekanntlich nicht genügt, den Wassergehalt einer Mörtelprobe einfach im Trockenschrank zu bestimmen, da die Kohlensäure der Luft den im Mörtel stets noch vorhandenen Ätzkalk in Kalziumkarbonat verwandeln und somit eine Gewichtsvermehrung veranlassen würde, mußte für die Mörtelwasserbestimmung ein besonderes Verfahren ausgearbeitet werden. Gläßgen[1]) trocknet daher den Mörtel in einer Liebigschen Ente, wobei er die durch die Röhre streichende Luft durch Barytwasser und Schwefelsäure leitet, um der Luft die Kohlensäure

1) Gläßgen, Zeitschr. f. Biologie 1874, Bd. X, S. 246.

und das Wasser zu entziehen. Lehmann und Nußbaum[1]) benutzten die gleiche Methode, jedoch in etwas modifizierter Form. Emmerich[2]) machte den Vorschlag, den zu prüfenden Mörtel im Vakuum-Trockenschrank zu trocknen. Letztere Methode hat, neben dem der großen Einfachheit, den Vorzug, daß größere Mengen von Mörtel angewendet werden können, wodurch die Bestimmung sich sehr exakt gestaltet.

Alle angegebenen gewichtsanalytischen Methoden arbeiten genügend zuverlässig und genau. Wenn sich dieselben aber bei den amtlichen Ärzten und in den in Frage kommenden Laboratorien bis heute noch nicht allgemein eingeführt haben und, wie die Erfahrung lehrt, ein Bedürfnis nach weiteren Methoden vorliegt, so kann das nur damit erklärt werden, daß die genannten Methoden zu umständlich und zeitraubend erscheinen, die Apparate zum Teil zu umfangreich und kostspielig sind.

Einer Anregung von Herrn Professor Emmerich folgend, habe ich daher versucht, einen kleinen billigen Apparat für die gewichtsanalytische Bestimmung des Wassers im Mörtel zu konstruieren. Zu diesem Zwecke wurde das von Emmerich[3]) angegebene Verfahren der Trocknung des Mörtels im Vakuumapparat bzw. die Apparatur dazu vereinfacht.

An Stelle des Emmerichschen umfangreichen Vakuum-Trockenschrankes mit Soxhletschem Kühler tritt ein einfaches, mittels Gummiring, Deckelplatte und Klemmschrauben luftdicht verschließbares Aluminiumgefäß von flacher Schüsselform mit einem Durchmesser von 20 cm und einer Höhe von 5 cm. Dasselbe vermag 4 Mörtelproben in Nickelschalen aufzunehmen und wird im Wasserbad von entsprechender Form erwärmt. Das Vakuum im Innern des Gefäßes wird erzeugt mittels einer Wasserstrahlpumpe, die durch ein an der Deckelplatte angebrachtes Saugrohr angeschlossen wird. Mit dem Gefäßinnern steht außer-

1) Lehmann und Nußbaum, Archiv f. Hygiene 1889, Bd. IX, S. 139 und 223.

2) Emmerich, ebenda 1892, Bd. XIV, S. 243.

3) Emmerich, l. c.

dem ein Rohr mit haarfeiner Bohrung[1]) in Verbindung, das durch ein aufgelegtes Gummiplättchen (*G*) beim Evakuieren sich selbst schließt und nach Vollendung des Versuches durch Abziehen des Plättchens geöffnet wird. Auf diese Art wird infolge der sehr feinen Öffnung des Rohres der Druckausgleich zwischen Außen-

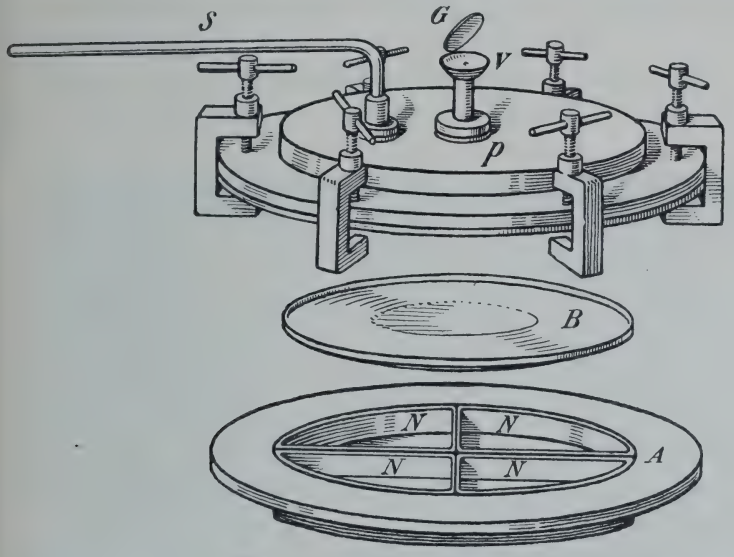


Fig. 1. Aluminiumgefäß im offenen Zustande.

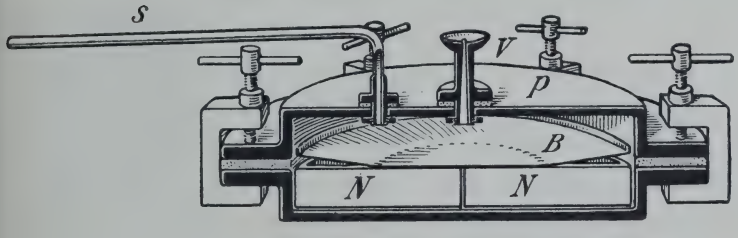


Fig. 2. Querschnitt durch das geschlossene Gefäß.

luft und Gefäßinnerem nach dem Versuch sehr allmählich herbeigeführt, so daß einem etwaigen Aufwirbeln bzw. Verspritzen des getrockneten Mörtels vorgebeugt ist.

Die beistehenden Abbildungen veranschaulichen den Apparat. Fig. 1 und 2 zeigen das Aluminiumgefäß mit seinen Ein-

1) Die Bohrung dieses Rohres wird bei Nichtbenutzung des Apparates durch einen Draht (wie bei Nadeln von Pravazspritzen) freigehalten.

richtungen, Fig. 3 gibt den Apparat im Betriebe wieder. Der Gang der Ausführung einer Wasserbestimmung sei im folgenden erläutert:

Man wäge auf einer sog. Apothekerwage in den dem Apparat beigegebenen Nickelschälchen (*N*) je 20 bis 40 g der zu untersuchenden Mörtelproben ab — bei grober Beschaffenheit des Mörtels ist derselbe vorher schnell im Mörser zu zerkleinern und von größeren Steinchen zu reinigen — und bringe die Schälchen in das Aluminiumgefäß (*A*). Dann setze man den Sicherungsdeckel[1]) (*B*),

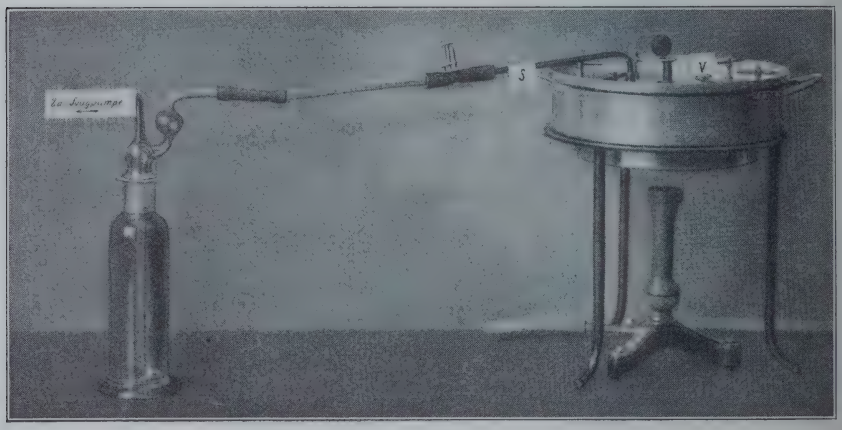


Fig. 3. Apparat im Betriebe.

mit der konkaven Seite nach oben, auf und schließe das Gefäß mittels der Deckelplatte (*P*) und den Klemmschrauben. Letztere sind nicht allzu streng und nur mit der Hand, nicht etwa mit einer Zange, anzuziehen; durch die folgende Evakuierung wird ein sicherer Verschluß des Gefäßes erreicht. Nach dem Aufsetzen des Gummiplättchens (*G*) auf das Ventil (*V*) schließe man das Saugrohr (*S*) an die Saugpumpe an; ein Glasrohr, tunlichst auch eine Gaswasch- oder Woulffsche Flasche, ist zwischenzuschalten; ersteres dient zur Beobachtung des Verdampfungsprozesses, letztere zur Aufnahme des abgesaugten Wasserdampfes und zur Sicherung gegen Rückschlag.

1) Der Sicherungdeckel (*B*) hat den Zweck, bei ev. Versagen der Saugpumpe zurücktropfendes Wasser aufzufangen.

Sobald die Saugpumpe in Betrieb gesetzt ist, schließt sich innerhalb weniger Sekunden das Ventil infolge der Absaugung der Luft aus dem Innern des Behälters; alsdann bringe man, während die Evakuierung fortgesetzt wird, das Aluminiumgefäß in das vorher zum Sieden gebrachte Wasserbad, und zwar derart, daß der Verschlußdeckel noch vollständig unter Wasser liegt.

Das Wasser des Wasserbades wird nun ständig im Kochen erhalten, die Evakuierung nicht unterbrochen. Man beobachtet dann bald als Folge der sich vollziehenden Verdampfung des Mörtelwassers eine Betauung der Glasröhre. Zweckmäßig wird die Glasröhre mittels eines Bunsenbrenners oder auch einer kleinen Spirituslampe von Zeit zu Zeit abflambiert. Die Trocknung des Mörtels ist beendet, wenn auf eine Flambierung keine Betauung mehr folgt; dieses ist in der Regel schon nach 10 bis 20 Minuten der Fall.

Nach Abklemmung des Verbindungsschlauches zwischen Saug- und Glasrohr mittels eines Quetschhahnes ziehe man das Glasrohr aus dem Schlauch und hebe den Behälter aus dem Wasserbad.

Nun stelle man durch Abziehen des Gummiplättchens den Druckausgleich zwischen Außendruck und Gefäßinnerem her, öffne den Apparat und bringe die Schälchen zum Erkalten in den Exsikkator. Es ist nicht notwendig, die durch das Ventil eintretende Luft durch eine Vorlage von Natronlauge und Chlorkalzium von Kohlensäure und Wasserdampf zu befreien, da in der kurzen Zeit eine meßbare Veränderung des Mörtels nicht hervorgerufen werden kann. Nach dem Erkalten der Schälchen werden diese wieder gewogen und der Wassergehalt des Mörtels in Prozenten berechnet.

Die Bestimmung der Mörtelfeuchtigkeit mit dem beschriebenen Apparat zeichnet sich durch einfache Handhabung und große Genauigkeit bei kurzer Versuchsdauer aus. Letztere beträgt, wie bereits gesagt, in der Regel nur 10 bis 20 Minuten. Daß die Versuchszeit nur eine so kurze ist, wird dadurch bedingt,

daß beim Bau des Apparates das Prinzip der Wärmezuführung durch Kontakt (Soxhlet) angewendet und entsprechendes Material (Aluminium und Nickel) gewählt wurde[1]).

Über weitere Verwendungsmöglichkeiten des Apparates (zur Bestimmung der Trockensubstanz in Milch, Bier usw.) wird an anderer Stelle berichtet werden.

---

1) Der Apparat (z. gesetzl. Schutz angemeldet) wird von K. Rehnitz, Fabrik chemischer Apparate, München, Gabelsbergerstr. 60, hergestellt.

Versuche und Gedanken über die konservierende Wirkung der Benzoesäure.

Von
Dirk Held,
Arzt aus Amsterdam.

(Aus dem Hygienischen Institut der Kgl. Universität Würzburg.)

(Mit Tafel IV und V.)

(Bei der Redaktion eingegangen am 15. Mai 1915.)

I. Vorbemerkung.

Es herrscht wohl allgemeine Übereinstimmung im Kreise der Hygieniker darüber, daß man für die Konservierung von Nahrungsmitteln möglichst mit physikalischen Methoden (Hitze, Kälte, Austrocknen) auskommen soll. Die Mehrzahl der Hygieniker ist auch der Meinung, daß von den chemischen Konservierungsmitteln die altbewährten (Kochsalz, Zucker, Rauch, Säure) vor den sog. künstlichen chemischen Konservierungsmitteln einen erheblichen Vorzug besitzen. Nun ist aber allseitig zugegeben, daß es einzelne Gegenstände gibt, die man durch Hitze nicht konservieren kann, weil sie dadurch in unerwünschter Weise verändert werden, z. B. Kaviar, Zitronensaft, mindestens dann verändert werden, sowie die Erhitzung bis zur Sterilisation ausgedehnt wird, z. B. Krabben. Mit Kälte läßt sich für den ländlichen Kleinhandel auch nichts erreichen, Trocknen ist in vielen Fällen vollständig ausgeschlossen, und die Anwendung der alten Konservierungsmittel scheitert daran, daß durch ihre Anwendung der Geschmack in unerwünschter Weise beeinflußt wird. Wir haben also hier einige Beispiele von Nahrungsmitteln kennen gelernt, bei denen die chemischen Konservierungsmittel eine gewisse Berechtigung haben. Ähnlich dürfte die Sache bei der Margarine liegen, deren sichere Haltbarkeit unter gewissen Bedingungen nur verbürgt zu

sein scheint, wenn eine geringe Menge eines Konservierungsmittels zugesetzt ist. Besonders die Verhältnisse der tropischen Länder machen Konservierungsmittel schwer entbehrlich.

Es haben deswegen Studien über die Wirkung der chemischen Konservierungsmittel immer wieder ein allgemeines Interesse. Der Kreis der praktisch in Frage kommenden Konservierungsmittel für menschliche Nahrungsmittel ist durch Studien der letzten 15 Jahre ziemlich eingeengt; Flußsäure, Borsäure, für das Fleisch auch schweflige Säure sind fast allgemein abgelehnt. Auch die früher viel empfohlene Salizylsäure tritt zurück, seitdem die Benzoesäure als ein Mittel gefunden ist, gegen das noch nicht ein toxikologischer Einwand auf Versuche gestützt erhoben worden ist, von dem vielmehr feststeht, daß sowohl einmalige große Dosen als wie lange fortgesetzte kleine vom Menschen ganz auffallend gut vertragen werden. Der Grund liegt offenbar nicht nur darin, daß einzelne menschliche Nahrungsmittel, z. B. Preiselbeeren, Benzoesäure immer präformiert enthalten, sondern daß die Benzoesäure höchst wahrscheinlich als Zwischenprodukt des Stoffwechsels regelmäßig auftritt, so daß der Körper also auf diesen Stoff eingestellt ist. Es würde mich zu weit führen, über die Frage der Gesundheitsunschädlichkeit der Benzoesäure und ihrer konservierenden Wirkung usf. hier weitere Mitteilungen zu machen. Ich verweise auf die kritischen Referate, die Herr Prof. K. B. Lehmann in der Chemikerzeitung 1911, Nr. 140, S. 1297, gegeben hat und worin sich das ganze Material unparteiisch gesichtet findet.

Dagegen kann ich nicht unterlassen, hier anzugeben, daß es mir nicht gelungen ist, in der hygienischen Literatur in der Zeit von 1901 bis heute einen einzigen Fall auch nur von behaupteter Schädigung durch ein chemisches Konservierungsmittel zu finden. Rudolf Abel hat 1901 in der Hygienischen Rundschau im ganzen vier hierhergehörige, im übrigen durchaus nicht ohne weiteres beweisende Fälle von Vergiftungen durch Borax, Borsäure und schweflige Säure zusammengetragen — ich habe keine weiteren finden können in den folgenden 13 Bänden der Hygienischen Rundschau, insbesondere keinen von Benzoesäure.

II. Was für Organismen bedingen die Verderbnis der Büchsenkonserven? — Gegen welche Organismen soll also die Benzoesäure wirken?

Alle in Frage kommenden Organismen sind sporenhaltig, also Bazillen in engerem Sinne[1]). Die Sporen sind zum Teil außerordentlich widerstandsfähig gegen Wärme. Aus den Untersuchungen von Aderhold und den ausführlichen von v. Wahl geht hervor, daß die Bazillen aus verdorbenen Konserven unter sich ziemlich verschieden sind, daß sie bald mehr dem subtilis, dem asterosporus, megatherium, mesentericus gleichen, daß aber auch Formen vorkommen, die die Autoren mit schon beschriebenen Arten nicht zu identifizieren wagen und denen sie neue Namen gegeben haben. So hat v. Wahl einen Bac. aerobius, asparagi, pisi, destruens, phaseoli, malacofaciens, tuberis beschrieben. Interessant ist, was v. Wahl fand, daß die isolierten Arten häufig keine besonders resistenten Sporen besaßen, und daß sie auch, wenn sie aus aufgetriebenen gashaltigen Büchsen isoliert waren, nicht immer eine deutliche Gasbildung besaßen, Zeichen dafür, daß durch das längere Wachstum in den Konserven die Eigenschaften der Organismen verändert waren. Es ist v. Wahl gelungen, durch Züchten der isolierten Organismen auf trockener, steriler Erde wieder Sporen von wesentlich höherer Resistenz zu erhalten. Aus dem Gesagten geht schon ohne weiteres hervor, warum gelegentlich die Büchsensterilisierungsmethoden unbefriedigende Resultate haben. Haben die Sporen eine ganz extreme Resistenz, so reicht eben das übliche Sterilisierungsverfahren nicht aus, obwohl man in manchen Fabriken bis zur Temperatur von 118° geht. Glücklicherweise ist die Mehrzahl der untersuchten Arten mehr oder weniger thermophil, so daß ein Auskeimen der durch das Erhitzen immerhin geschädigten Sporen nur bei warmem und unzweckmäßigem Aufbewahren in einem etwas größeren Prozentsatz gelingt und die

1) Merkwürdig ist, daß G. Rudolph (Diss. der phil. Fakult. Zürich, 1907) unter 12 aus verdorbenen vegetabilischen Konserven isolierten Bakterien die meisten sporenfrei fand. Diese Konserven mußten also wenig erhitzt oder nach dem Erhitzen wieder verunreinigt oder die Bakterien in ihrer Sporenbildungsfähigkeit geschädigt sein.

ganz überwiegende Mehrzahl der Büchsen nicht verderben, wenn auch einzelne Sporen am Leben blieben.

Ich brauche nicht auszuführen, daß den Fabriken nicht freisteht, das Erhitzen beliebig lange und beliebig hoch anzuwenden, um eine absolut sichere Sterilisierung hervorzubringen. Schließlich leidet der Geschmack der Nahrungsmittel ganz unverkennbar. So wird gekochte Milch schließlich bitter. Auch die Zersetzung der Vitamine würde nach den heutigen Anschauungen nicht als gleichgültig angesehen werden dürfen.

In meinen Untersuchungen habe ich keine Stämme verwendet, die aus verdorbenen Konserven gezüchtet waren, sind doch die Eigenschaften derselben nach dem oben Gesagten außerordentlich variabel, sondern ich habe mich dreier Stämme bedient, die aus der Sammlung des hygienischen Instituts unter dem Namen mesentericus, subtilis und mycoides seit langem fortgezüchtet wurden, und habe außerdem selbst noch aus Boden, Heu und Kartoffeln drei Stämme frisch isoliert und dieselben in folgendem mit »Bac. aus Boden« resp. »Heu« resp. »Kartoffeln« bezeichnet. Die Organismen aus Boden und Heu bestimmte ich nach Lehmann und Neumann als Bac. mesentericus Flügge, den aus Kartoffeln als Bac. aterrimus Beil — doch muß ich gestehen, daß kleine Differenzen vorhanden waren. Alle Stämme besaßen sehr gute Sporenbildung.

III. Tritt die Hemmung der Sporenkeimung durch Benzoesäure früher ein als die Hemmung der vegetativen Vermehrung der Bazillen?

Es kann keinem Zweifel unterliegen und bedarf keiner besonderen Versuche von mir, daß Sporen gegen Chemikalien, also auch gegen die Benzoesäure außerordentlich resistenter sind als wie Bazillen, so lange sie nicht keimen. Da aber die Konservensporen die einzige in Büchsen in Frage kommende Entwicklungsstufe der Bazillen darstellen und die Sporen nur Zersetzung bedingen können, nachdem sie gekeimt sind, so hat die Frage ein gewisses Interesse, ob vielleicht schon sehr niedere Gehalte an Benzoesäure die Auskeimung der Sporen

verhüten, Gehalte, die noch unter dem liegen, was zur Hemmung des Bakterienwachstums ausreicht. Daß es möglicherweise eine solche Konzentration geben kann, die zwar die Bazillen noch nicht schädigt, die Sporen aber an der Auskeimung hindert, könnte man aus dem merkwürdigen Ergebnisse von Roux vermuten. Roux fand, daß Anthraxsporen in schwach alkalischer Kalbsbouillon, die man vor der Beimpfung während 3—4 Stunden durch die Sonne bescheinen ließ, nicht mehr keimten. Säte man aber Milzbrandbazillen aus, z. B. Milzbrandblut, dann wachsen diese wohl in der Bouillon, sogar reichlich. Die Änderung des Mediums durch die Bestrahlung genügte also, um die Sporenevolution zu verhindern, schädigte die bereits gebildeten Bazillen aber nicht. Es ist also nicht unmöglich, daß wir auch bei Benzoesäuredesinfektion die Sporenkeimung eher gehemmt finden als das Bazillenwachstum. Wäre dies der Fall, dann würde das von großer Wichtigkeit sein für die Nahrungsmittelindustrie.

Beiläufig möchte ich noch eine sehr überraschende Notiz von Arloing erwähnen. Es gelang Arloing, durch eine zweistündige Bestrahlung mit Sonnenlicht im Juli, bei einer Temperatur zwischen 35° und 39°, jeder Entwicklung von frisch ausgesäten Sporen von Bac. anthracis in Hühnerbouillon vorzubeugen (ob sie dabei abgetötet wurden, ist allerdings nicht bestimmt gesagt). Dagegen genügte erst eine Bestrahlung von 27—30 Stunden cet. par., um die Bazillen in voller Entwicklung zu töten.

Zur Prüfung des Verhaltens von Sporen und Bazillen gegen Desinfektionsmittel habe ich in diesen Versuchsreihen ausschließlich Agarnährboden angewendet, nämlich gewöhnliche 2proz. Agarbouillon. Zur Neutralisation mit Soda und Phenolphthalein titrierte ich je 10 ccm, mit dest. Wasser verdünnt, mit $^1/_{10}$ Lauge, um den Umschlag der Färbung genauer zu sehen. Trotz aller Sorgfalt ist aber die Titrierung für 1 l Agar nicht genauer als wie auf 1,0—1,5 ccm Normalnatronlauge durchzuführen. Ich glaube, durch solche kleine Schwankungen der Alkalinität die kleinen Abweichungen einzelner Resultate in den folgenden Tabellen erklären zu können.

Dem neutralen Nährboden setzte ich wechselnde Mengen Weinsäure und Benzoesäure zu, weil ich die Wirkung der Benzoesäure bei verschiedener Gesamtazidität studieren wollte. Es ist längst bekannt, daß Benzoesäure besser wirkt wie benzoesaures Natron, resp. daß saure Objekte leichter zu konservieren sind wie alkalische. Weinsäure erschien als weitverbreitete Säure besonders geeignet. Ich habe alle Säurewerte in Normalsäure ausgedrückt. Das Molekulargewicht der Benzoesäure ist 122, 1 l 1‰ Benzoesäure ist 1 l $^1/_{122}$ Normalbenzoesäure oder enthält 8,2 ccm Normalsäure. Es sind also 1000 ccm 1‰ Benzoesäure 8,2 ccm jeder anderen Normalsäure, z. B. Normalweinsäure, äquivalent. Ich habe zu 1 l neutralen Agars folgende Säuremengen zugesetzt:

0	ccm Normalweinsäure	20,5	ccm Normalweinsäure
4,1	„ „	24,6	„ „
8,2	„ „	28,7	„ „
12,3	„ „	32,8	„ „
16,4	„ „		

Jedem der auf diese Weise erhaltenen Nährböden fügte ich nun respekt. ¼‰, ½‰, ¾‰, 1‰, 1¼‰, 1½‰, 1¾‰, 2‰, 2¼‰, 2½‰, 2¾‰, 3‰ Benzoesäure zu und bekam so Nährböden, die außer ihrem Weinsäuregehalte noch enthält Normalbenzoesäure in ccm:

2,05	= ¼ ‰ Benzoesäure	14,35	= 1¾ ‰ Benzoesäure
4,1	= ½ „ „	16,40	= 2 „ „
6,15	= ¾ „ „	18,45	= 2¼ „ „
8,20	= 1 „ „	20,50	= 2½ „ „
10,25	= 1¼ „ „	22,55	= 2¾ „ „
12,30	= 1½ „ „	24,60	= 3 „ „

Mit Benzoesäure kann man keine höheren Gehalte herstellen, weil Benzoesäure sich nicht über 3‰, entsprechend einer Azidität von 24,6 ccm Normalsäure pro l, löst. Das Bedenken, daß Benzoesäure bei der Sterilisierung des Agars flüchtig sein könnte, ist nach den Versuchen von Christian unbegründet. Man kann im Dampfe kochenden Wassers nur Spuren von darin gelöster Benzoesäure nachweisen.

Die Weinsäure habe ich als Normalsäure zugesetzt — eine einfache Rechnung ergibt, daß es praktisch gleichgültig ist, ob man zu 1 l Agar 8,2 ccm Weinsäure zusetzt, oder ob man 991,8 ccm auf 1000 auffüllt. Von Weinsäure kann man nicht über 35 ccm Normalsäure pro l zusetzen, ohne daß der Agar weich wird (Hydrolyse des Agars).

Zum Impfen dieser Nährböden verwendete ich einmal bazillenfreie Sporen, d. h. ich impfte aus einer Emulsion, die ich mir herstellte, durch Abstreifung einer Öse von einer sehr alten, reichlich mit Sporen durchsetzten Agarstrichkultur in physiologischer Kochsalzlösung. Durch 5 Minuten langes Erwärmen auf 80° wurden die Sporen der Emulsion von einigen etwa noch anhaftenden lebenden Bazillen befreit. Diese Erwärmung muß mit sehr viel Vorsicht geschehen, über welche ich hier nicht reden werde.

Eine Wiederholung der Versuche, bei denen ich unerhitztes Sporenmaterial in flüssigen Agar impfte, die beimpften Agarkulturen sehr sorgfältig und gleichmäßig 5 Minuten auf 80° erhitzte und dann in Schalen ausgoß, ergab genau die gleichen Resultate wie die erste Versuchsanordnung.

Als sporenfreie Bazillen verwendete ich Abstreifungen von jungen, mikroskopisch sporenfreien, etwa 12 Stunden alten Agarkulturen.

Da ich viele Untersuchungen ausführen wollte, mußte ich auf die nächstliegende Methode, die Auskeimung von Sporen und Bazillen auf verschiedenen Nährböden zu studieren, verzichten, nämlich auf die, diese Auskeimung direkt unter dem Mikroskop zu beobachten. Ich verfuhr vielmehr so, daß ich eine Reihe von verschieden benzoesäurehaltigen Nährböden, die eine Serie mit Sporen, die andere mit Bazillen infizierte und im Brutschrank hielt. Nach viertägiger Beobachtung kontrollierte ich bei schwacher Vergrößerung, ob Kolonienbildung aufgetreten war und bestimmte die Konzentration, bei der sie ausblieb.

Bemerkenswert ist es, daß bei dieser Ausführung die keimenden Sporen immer etwas später Wachstum zeigten als die zu gleicher Zeit auf denselben Nährboden geimpften Bazillen. Ver-

ständlicherweise beansprucht der Prozeß der Sporenkeimung etwas mehr Zeit als die Vermehrung der Bazillen.

Die Beobachtung der mit Bazillen angelegten Platte gibt ein ganz eindeutiges Resultat: Von einer gewissen Konzentration an blieb eine Vermehrung der Bazillen aus. Die Resultate an den mit Sporen beschickten Platten waren dagegen theoretisch zweideutig. Wenn keine Kolonienentwicklung stattgefunden hatte, so konnte dies bedeuten, die Sporen waren nicht ausgekeimt, oder sie waren zwar ausgekeimt, die jungen Bazillen hatten sich aber nicht vermehrt.

Diese beiden Fälle, theoretisch verschieden, kommen praktisch für die Konservenindustrie auf das gleiche heraus. Von einer gewissen Konzentration an können Sporen nicht mehr zu einer Zersetzung des Nährbodens führen, ob sie dabei auskeimen oder nicht, ist ohne praktische Bedeutung.

Ich werde also stets im folgenden von „Hemmung der Sporenkeimung" sprechen, ohne damit mehr sagen zu wollen, als daß aus den Sporen keine Kolonien hervorgegangen sind.

Beim Schreiben der Arbeit wurde mir klar, daß es leicht gewesen wäre, auch noch zu untersuchen, ob die Auskeimung gehemmt oder die ausgekeimten Bazillen im Wachstum gehemmt sind. Man hätte bloß eine solche Platte eine kurze Zeit auf 80° zu erhitzen brauchen, um ausgekeimte Bazillen zu töten, während die Sporen hätten überleben müssen. Wenn man dann von einer solchen Platte kleine Mengen in einen nicht mit Benzoesäure versetzten Nährboden gebracht hätte, hätte man nur im Falle des Nichtauskeimens der Sporen Kolonien erhalten. Es war leider zu spät, um solche Versuche auszuführen.

Anderseits hätte ich natürlich auch einige direkte Beobachtungen im hängenden Tropfen machen können, ob die Sporen auskeimen oder nicht. Persönlich halte ich es nicht für wahrscheinlich, daß die Sporen auf einem Nährboden auskeimen, auf dem sich die Bazillen nachher nicht mehr vermehren können. H. Buchner hat uns nämlich gezeigt, daß Sporenbildung bei den dazu befähigten Arten dann eintritt, wenn der Nährboden erschöpft zu werden beginnt. Weiter wissen wir, daß Sporen in

der Regel nicht in diesem erschöpften resp. durch Stoffwechselprodukte nachteilig veränderten (vergifteten) Nährboden, auf welchem sie sich gebildet haben, zur Auskeimung kommen.

Ich teile nun in tabellarischer Form alle meine Versuche abgekürzt mit (siehe Tafel IV und V am Schluß).

Ba bedeutet Bazillen.
Sp bedeutet Sporen.
+ bedeutet die Bazillen sind gewachsen resp. die Sporen sind gekeimt.
— bedeutet die Bazillen sind nicht gewachsen resp. die Sporen sind nicht gekeimt.

Zusammenfassung der Resultate der Tafeln IV und V.

1. Der zur Hemmung benötigte Gehalt an Benzoesäure ist für alle sechs untersuchten Bazillenstämme der gleiche, wobei ich von einigen leichten Unterschieden bis 2,05 ccm pro l absehe, was sich durch kleine Ungleichmäßigkeiten bei der Agarbereitung erklären kann. Es machte keinen Unterschied, ob ich frisch gezüchtete oder lang im Laboratorium kultivierte Stämme verwendete.

2. Bazillen und Sporen werden immer bei den gleichen Konzentrationen in der Entwicklung gehemmt. Es besteht also keine besondere Empfindlichkeit der Sporen gegenüber den Bazillen gegen Benzoesäure, und es geht nicht an, etwa durch Zusatz sehr kleiner Benzoesäuremengen zu Konserven die Keimung der Sporen in spezifischer Weise verhindern zu wollen.

3. Diese störende Dose beträgt für neutralen Agar $3^0/_{00}$ = 24,6 ccm Normalbenzoesäure pro l. Das ist eine ziemlich große Menge, besonders, wenn man bedenkt, daß $3^0/_{00}$ Benzoesäure sich in Wasser schon sehr schwer löst, so daß man sagen muß, daß sich Benzoesäure zum Konservieren von neutralreagierenden Nahrungsmitteln wenig eignet.

4. Mit steigendem Weinsäuregehalt nimmt die Menge der notwendigen Benzoesäure stark ab.

IV. Warum brauchen wir auf saurem Nährboden weniger Benzoesäure zur Hemmung des Bakterienwachstums als auf neutralem?

Die untereinander übereinstimmenden Tafeln IV und V über die Hemmung des Bazillenwachstums (von der Sporenkeimung rede ich im folgenden nicht) lassen sich, wenn wir nur den vierten Tag berücksichtigen, in folgende kurze Form bringen:

Tabelle VII.

ccm Normalweinsäure pro l	0				4,1				8,2				12,3			
ccm Normalbenzoesäure pro l	18,45	20,5	22,55	24,6	0	20,5	22,55	24,6	0	12,3	14,35	16,4	0	10,25	12,3	14,35
Kartoffel . . .	+	+	+	−	+	+	−	−	+	+	+	−	+	+	−	−
Heu	+	+	−	−	+	−	−	−	+	+	+	−	+	+	+	−
Boden	+	+	+	−	+	+	−	−	+	+	+	−	+	+	+	−
Bac. mesent. .	+	+	+	−	+	+	+	−	+	+	+	−	+	+	−	−
Bac. subtilis .	+	+	−	−	+	−	−	−	+	+	+	−	+	+	−	−
Bac. mycoides .	+	+	−	−	+	−	−	−	+	+	−	−	+	+	−	−
Mittel . .	+	+	±	−	+	±	−	−	+	+	+	−	+	+	−	−

ccm Normalweinsäure pro l	16,4			20,5			24,6			28,7		32,8	
ccm Normalbenzoesäure pro l	0	6,15	8,2	0	4,1	6,15	0	2,05	4,1	0	2,05	0	2,05
Kartoffel . . .	+	+	−	+	−	−	+	+	−	+	−	−	−
Heu	+	+	−	+	−	−	+	+	−	+	−	−	−
Boden	+	+	−	+	+	−	+	+	−	+	−	−	−
Bac. mesent. .	+	+	−	+	−	−	+	+	−	+	−	−	−
Bac. subtilis .	+	+	−	+	−	−	+	+	−	+	−	−	−
Bac. mycoides .	+	+	−	+	+	−	+	+	−	+	−	−	−
Mittel . .	+	+	−	+	−	−	+	+	−	+	−	−	−

Alle Bakterien sind also auf dem folgenden Nährboden im Wachstum gehemmt:

Alle Angaben in ccm Normalsäure pro l.

	Normalweinsäure	Normalbenzoesäure	
Neutral. Bod.	0 ccm	24,6 ccm	Gesamtazidität 24,6
„ „	4,1 „	20,5 „	„ 24,6
„ „	8,2 „	16,4 „	„ 24,6
„ „	12,3 „	12,3 „	„ 24,6
„ „	16,4 „	8,2 „	„ 24,6
„ „	20,5 „	4,1 „	„ 24,6
„ „	24,6 „	4,1 „	„ 28,7
„ „	28,7 „	2,05 „	„ 30,75
„ „	32,8 „	0 „	„ 32,8

Ich habe mir diese Resultate nach den verschiedensten Richtungen hin überlegt und glaube durch die folgende Hypothese die Tatsachen befriedigend erklären zu können: Der Nährboden, auf dem wir unsere Kulturversuche anstellten, bindet eine gewisse Menge Säure (und zwar ganz gleich, ob Benzoesäure oder Weinsäure) chemisch und entzieht sie der Desinfektionswirkung. Damit erklärt sich sehr einfach, daß wir einen Teil der zur Bakterienhemmung notwendigen Benzoesäure ganz glatt durch Weinsäure ersetzen können. Nach den Aufzeichnungen und Kurven hier unten können wir von den 24,6 ccm Benzoesäure, die wir auf dem neutralen Nährboden brauchen, um die Bakterienhemmung zu erreichen, bis zu 20,5 ccm durch Weinsäure ersetzen, ohne die Desinfektionswirkung zu schwächen. Ich nehme also an, daß der Nährboden Säuremengen bis 20,5 ccm Normalsäure bindet und daß die eigentliche Desinfektionswirkung nur den 4,1 ccm freier Benzoesäure zukommt. Vermehren wir den Weinsäuregehalt noch weiter auf Kosten der Benzoesäure, so muß die Gesamtazidität der Mischung 24,6 ccm übersteigen, um zu wirken. Offenbar besitzt die freie Weinsäure eine wesentlich schlechtere desinfektorische Kraft als die freie Benzoesäure. Man könnte aus meinen Versuchen etwa schließen, daß 4,1 ccm Benzoesäure so stark wirken wie 12,3 ccm Weinsäure, oder daß sich die Desinfektionskraft der Weinsäure zu der freien Benzoesäure etwa verhält wie 1 : 3. Dieses Resultat weicht wesentlich von dem ab, das man

findet, wenn man nur erwägt, daß man mit 32,8 ccm Weinsäure so weit kommt wie mit 24,6 ccm Benzoesäure, woraus man eine relative Desinfektionskraft von 24,6 : 32,8 oder 3 : 4 berechnen kann. Es läßt sich aber die Desinfektionskraft der beiden Säuren erst von dem Moment an in Vergleich ziehen, wo die säurebindende Kraft des Nährbodens erschöpft ist. Ich mache darauf aufmerksam, daß diese relative Stärke der Desinfektionskraft von Benzoesäure und Weinsäure nur in einem sehr kleinen Intervall berechnet worden ist, daß also das Verhältnis 1 : 3 nur einen annähernden Wert beanspruchen darf.

Ich gebe jetzt den Inhalt vorstehender Tabellen I bis VI noch einmal in graphischen Darstellungen (Fig. 1 bis 6) und dann ein Bild, das meiner Theorie entspricht (Fig. 7, Seite 302).

Verwendet wurde ein rechtwinkeliges Koordinatensystem. Auf der Abszisse sind die Mengen Weinsäure abgetragen worden, auf der Ordinate die Quantitäten Benzoesäure, die bei den verschiedenen Weinsäurekonzentrationen zur Wachstumshemmung der Bazillen erforderlich waren, alles ausgedrückt in ccm Normalsäure pro 1 Nährboden.

Die ausgezogene Kurve gibt uns also ein Bild der Benzoesäuremengen, die zur Hemmung der Entwicklung der Bazillen nötig sind bei verschiedenem Weinsäuregehalt.

Die gestrichelte Kurve stellt vor die Totalaziditäten der Nährböden, die gerade soviel Weinsäure und Benzoesäure enthalten, daß die Bazillen sich darauf gerade nicht mehr vermehren. Wir erhalten diese gestrichelte Kurve durch Verlängerung der Ordinaten um die zugehörenden Abszissen.

Diese Figuren geben uns die Versuchsresultate in übersichtlicher Form wieder. Wir finden darin z. B. eine Antwort auf die Frage: Wie soll man es machen, wenn man Wachstumshemmung erreichen will bei der kleinsten Totalazidität und dem niedrigsten Benzoesäuregehalt? Weiter ist es möglich, aus den Figuren zu schließen, wieviel Benzoesäure man zur Wachstumshemmung braucht bei willkürlicher Weinsäurekonzentration.

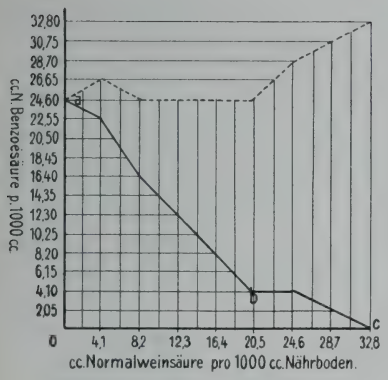


Fig. 1. Bazillus aus Kartoffel.

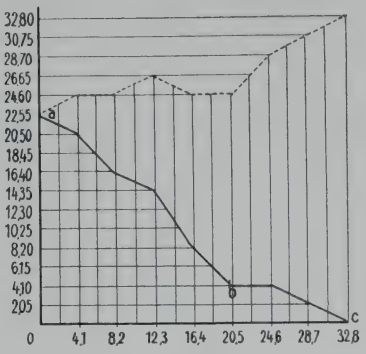


Fig. 2. Bazillus aus Heu.

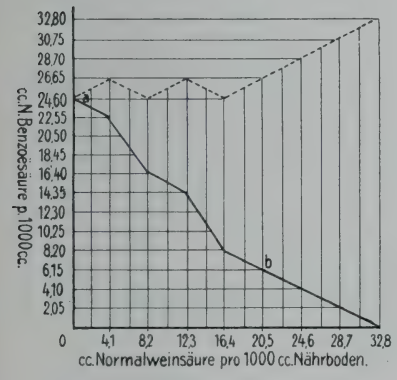


Fig. 3. Bazillus aus Boden.

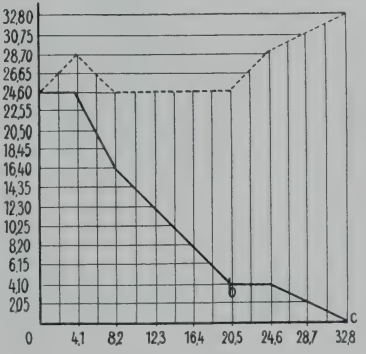


Fig. 4. Bacillus mesentericus.

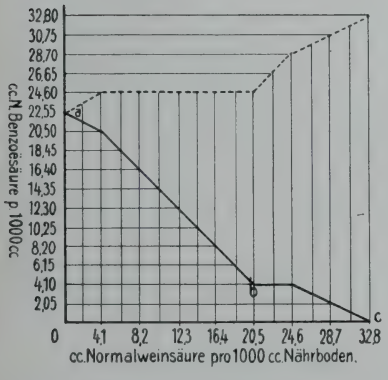


Fig. 5. Bacillus subtilis.

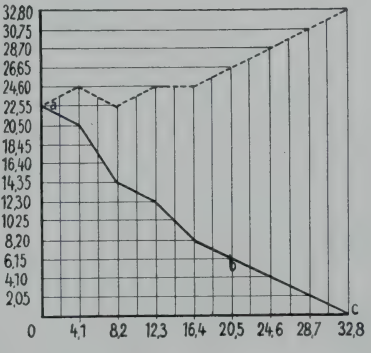


Fig. 6. Bacillus mycoides.

Zum Zeichnen der graphischen Darstellung Fig. 7, die der Theorie entspricht, haben folgende Tatsachen gedient:

Jede 4,1 ccm Normalweinsäure, die wir 1 l Agarnährboden zusetzen, setzt die zur Entwicklungshemmung benötigte Menge Normalbenzoesäure um 4,1 ccm pro l herab. Dies geht so weiter, bis der Nährboden 20,5 ccm Normalweinsäure pro l enthält, die dazugehörende Dosis Normalbenzoesäure beträgt dann 4,1 ccm pro l. Alles dies läßt sich in der Kurve, wie man leicht einsieht, wiedergeben durch die Strecke *ab*.

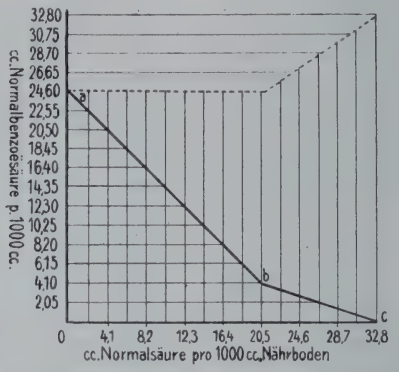


Fig. 7. Graphische Darstellung der Wachstumshemmung der untersuchten Bazillen durch Weinsäure und Benzoesäure, wie die Hypothese es uns erwarten läßt.

Eine weitere Vergrößerung des Weinsäuregehaltes setzt die erforderliche Menge Normalbenzoesäure dann nicht mehr so stark herab, das Säurebindungsvermögen des Nährbodens ist dann erschöpft, jetzt fängt bei *b* die Weinsäure desinfektierend zu wirken an. Oben sahen wir schon, daß sich die Desinfektionskraft der Weinsäure zu der der freien Benzoesäure verhält wie 1 : 3. Vermehrung des Weinsäuregehaltes mit 4,1 ccm verringert dann also die erforderliche Benzoesäuremenge mit $\frac{1}{3} \times 4{,}1$ ccm Normalsäure pro l.

Vermehrung des Weinsäuregehalts um 8,2 ccm verringert den Benzoesäuregehalt um $\frac{1}{3} \times 8{,}2 = \frac{2}{3} \times 4{,}1$ ccm pro l. Vermehrung des Weinsäuregehalts um 12,3 ccm verringert den Benzoesäuregehalt um $\frac{1}{3} \times 12{,}3$ ccm $= \frac{3}{3} \times 4{,}1$ ccm, d. h. man braucht

dann keine Benzoesäure zur Entwicklungshemmung mehr. Dies läßt sich in der Kurve wiedergeben durch die Strecke *bc*.

Im wesentlichen stimmt meine theoretische Kurve — die ja auch nur eine Annäherung an die Wahrheit darstellen kann — recht gut mit den Versuchskurven.

Besonders gilt das für die Strecke *ab*. Daß die Strecke *bc* etwas von der Theorie da und dort abweicht, dürfte namentlich zwei Gründe haben. Wie oben angegeben, wurde die Ausgangsneutralität des Nährbodens nach Titrieren von nur 10 ccm hergestellt. Dadurch lassen sich aber keine absolut genau gleichmäßigen Alkalinitäten für 1 l herstellen. Es war also die Reaktion der als neutral angenommenen Ausgangsnährböden nicht ganz gleich, und zweitens waren die Intervalle, in denen ich die Benzoesäurewirkung prüfte, trotz ihrer absoluten Kleinheit doch noch relativ zu groß, um nicht einzelne unschöne Zacken in den Kurven zu erzeugen.

V. Einige Kontrollversuche über die Wirkungen von Schwefelsäure und Benzoesäure.

Es lag nahe, die Versuche, die Wirkung der Benzoesäure zu verstärken, noch mit einer anderen Säure durchzuführen. Ich wählte dazu mit Absicht eine anorganische Säure, der niemand irgendeine spezifische Desinfektionswirkung zugeschrieben hat. Es mußte natürlich wieder eine Säure sein, die stärker wie die Benzoesäure wirkt und sie aus ihren Salzen befreit, daher wurde die Schwefelsäure verwendet.

Aus den vielen hierüber angestellten Versuchen teile ich, um Wiederholungen zu vermeiden, nur in einer Tabelle die Endresultate mit.

Am vierten Tag waren bei beifolgenden Aziditäten folgende Resultate der Säurehemmung auf sporenfreie Bazillen erreicht:

Tabelle VIII.

ccm Normalschwefelsäure pro 1 l	4,1							8,2					12,3				
ccm Normalbenzoesäure pro 1 l	0	8,7	16,4	18,45	20,5	22,55	24,6	0	8,2	12,3	14,35	16,4	0	8,2	10,25	12,3	14,3
Kartoffel	+	+	+	+	+	—	—	+	+	+	+	—	+	+	+	+	—
Heu	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+	—	—	+	+	+	—	—
Boden	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+	+	—	+	+	+	—	—
Bac. mesent. . .	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+	+	—	+	+	+	—	—
Bac. subtilis . . .	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+	—	—	+	+	+	—	—
Bac. mycoides . .	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+	+	—	+	+	—	—	—

ccm Normalschwefelsäure pro 1 l	16,4					20,5				24,6			28,7			32,8	
ccm Normalbenzoesäure pro 1 l	0	2,05	4,1	6,15	8,2	0	2,05	4,1	6,15	0	2,05	4,1	0	2,05	4,1	0	2,5
Kartoffel	+	+	+	+	—	+	+	—	—	+	+	—	+	—	—	—	—
Heu	+	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	—	+	—	—	—	—
Boden	+	+	+	+	—	+	+	—	—	+	+	—	+	—	—	—	—
Bac. mesent. . .	+	+	+	+	—	+	+	—	—	+	+	—	+	—	—	—	—
Bac. subtilis . .	+	+	+	+	—	+	+	+	—	+	+	—	+	—	—	—	—
Bac. mycoides . .	+	+	+	+	—	+	+	—	—	+	+	—	+	—	—	—	—

In graphischer Darstellung ergibt diese Tabelle 5 Figuren (8 bis 12), die eine vollkommene Bestätigung gegenüber den früheren Versuchen darstellen.

Auch hier bedeutet die Knickung der Benzoesäurekurve auf der Strecke *b c* der Figuren 8 bis 12 keinen Einwand gegen meine Erklärung, sie kommt gleichwie oben davon her, daß nicht genügend dicht aufeinander folgende Konzentrationen von Benzoesäure untersucht worden sind.

VI. Welche Stoffe in unseren Agarnährböden sind die Säurebinder?

Zwei Möglichkeiten drängen sich bei der Überlegung auf: Einmal wird nicht zu bezweifeln sein, daß die eiweißartigen Körper, vor allem die unseren Nährböden zugesetzten Peptone

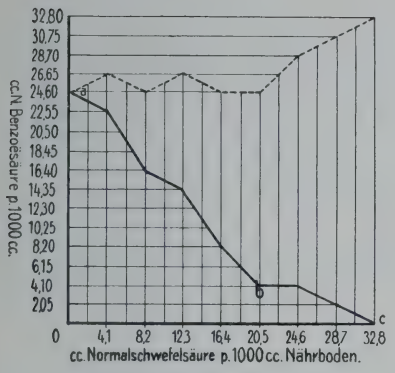


Fig. 8. Bazillus aus Kartoffel.

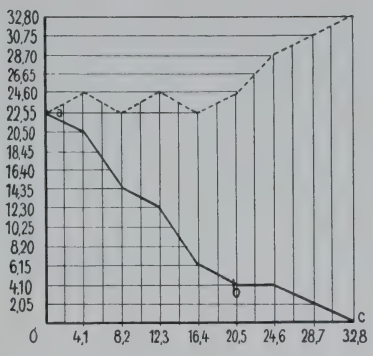


Fig. 9. Bazillus aus Heu.

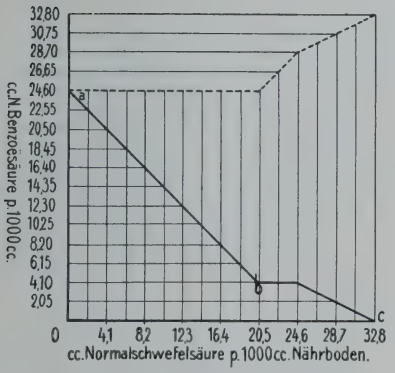


Fig. 10. Bazillus aus Boden und Bacillus mesentericus.

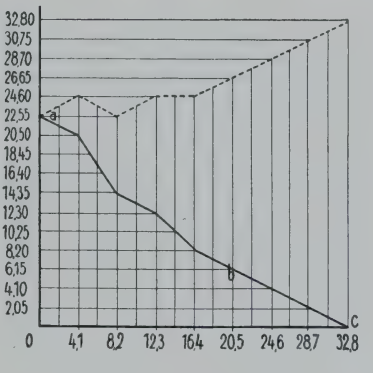


Fig. 11. Bacillus subtilis.

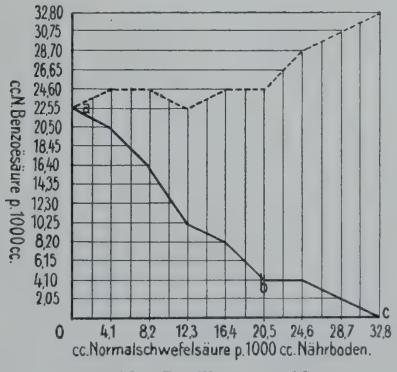


Fig. 12. Bacillus mycoides.

Säure binden. (S. u.) Damit stimmt gut überein, daß die Konservierung sehr stark eiweißhaltiger Nahrungsmittel speziell mit Borsäure und Benzoesäure auf große Schwierigkeiten stößt. Zweitens schien es möglich, daß das Kolloid Agar, obwohl es ein indifferentes Kohlehydrat ist, die Säurewirkung schwäche. Diese zweite Annahme habe ich durch einen Versuch als richtig erweisen können, indem ich Bouillon von neutraler Reaktion bei Zusatz von verschiedenen Benzoesäure- und Weinsäuremengen verwendete.

Es wird verwendet eine Bouillon aus 1000 ccm Aqua dest., 10 g Pepton, 5 g Kochsalz, 10 g Liebig von neutraler Reaktion.

Tabelle IX.

Bouillon ohne Agar nach 4 Tagen im Brutschrank:

ccm Normalweinsäure pro 1 l Nährboden	0				8,2		16,4		24,6	32,8
ccm Normalbenzoesäure pro 1 l Nährboden	0	8,2	16,4	24,6	12,3	16,4	8,2	16,4	4,1	0
Bazillus von Kartoffel	+	+	+	+	+	+	+	—	+	+
Bazillus aus Heu . . .	+	+	+	+	+	+	+	—	+	+
Bazillus aus Boden .	+	+	+	+	+	+	+	—	+	+
Bac. mesent.	+	+	+	+	+	+	+	—	—	+
Bac. subtilis	+	+	+	+	+	—	+	—	+	—
Bac. mycoides	+	+	+	+	+	—	+	—	+	+

Das Resultat ist, verglichen mit den oben mitgeteilten Agarversuchen, unzweifelhaft das, daß auf dem agarhaltigen Nährboden etwas weniger Benzoesäure notwendig ist als auf der Bouillon. Ich kann dies nicht sicher erklären, konstatiere aber, daß Laubenheimer und Warr schon Ähnliches gefunden haben. Das Wachstum auf Agar gestattet keine so gute Diffusion der Stoffwechselprodukte — ob diese Erklärung aber genügt?

Noch interessanter sind meine Versuche ausgefallen, inwieweit Pepton Säure bindet. Wie die vorige Tabelle zeigt, brauchen wir in einer gewöhnlichen neutralen Bouillonkultur mehr als 24,6 ccm Normalbenzoesäure pro l, um Wachstumshemmung hervorzubringen.

Ich habe aus meinen früheren Versuchen geschlossen, daß die Menge freier Benzoesäure, die notwendig ist, wenn die säurebindenden Körper durch Weinsäure gesättigt sind, 4,1 ccm Normalsäure pro 1 beträgt. — Verdünnt man die Bouillon zehnfach, so daß die Menge des säurebindenden Peptons ganz klein wird, so muß man mit der theoretischen Menge 4,1 annähernd auskommen.

Versuche mit einem Nährboden aus 9 Teilen Aqua dest., 1 Teil gewöhnliche Bouillon.

Tabelle X.

Nach 4 Tagen im Brutschrank:

ccm Normalweinsäure pro 1 l Nährboden	0				8,2		16,4		24,6	32,8
ccm Normalbenzoesäure pro 1 l Nährboden	0	6,15	8,2	16,4	6,15	8,2	4,1	6,15	2,05	0
Bazillus von Kartoffel	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bazillus aus Heu. . .	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bazillus aus Boden .	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bac. mesent.	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bac. subtilis	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bac. mycoides	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Nach dieser Tabelle kann ich sagen, daß eine Menge von 6,15 ccm Normalbenzoesäure pro 1 ausreicht, auf neutraler, mit 9 Teilen Wasser verdünnter Bouillon Wachstumshemmung zu erzielen. Wahrscheinlich würde ich mit noch etwas geringerer Konzentration (gegen 4,1) dasselbe Resultat erzielt haben. Ich beabsichtigte, noch einige Versuche mit kleineren Mengen Benzoesäure zu machen, mußte aber die Versuche abbrechen,

Ein ganz ähnliches Resultat erhielt ich, als ich einen neutralen Nährboden aus 1000 g Wasser und 5 g Fleischextrakt, 5 g Traubenzucker, 2,5 g Kochsalz, ¾ g Ammoniumsulfat herstellte, wobei Pepton ganz weggelassen wurde. Meine sämtlichen sechs Bazillen gaben genau das gleiche Resultat, wie ich es oben angeführt habe. Von 6,15 ccm Normalbenzoesäure pro 1 ab war eine vollständige Hemmung vorhanden. Leider sind auch hier keine noch schwächeren Konzentrationen untersucht worden.

Ich bin also vollkommen überzeugt, im Pepton den Hemmungsstoff, den Säurebinder gefunden zu haben. Benzoesäure entfaltet ihre größte Wirkung auf säurereichen, peptonarmen (resp. eiweißarmen) Nährböden.

VII. Einige Versuche über das Wachstum von Penicillium glaucum auf benzoe- und weinsäurehaltigen Nährböden.

Die Nährböden wurden genau in gleicher Weise hergestellt wie in früheren Versuchen, die Kulturen auf Agarplatten angelegt.

Tabelle XI.

Nach 6 Tagen bei Zimmertemperatur:

ccm Normalweinsäure pro 1 l Nährboden	0				4,1				8,2				12,3			
ccm Normalbenzoesäure pro 1 l Nährboden	0	20,5	22,55	24,6	0	20,5	22,55	24,6	0	16,4	18,45	20,5	0	14,35	16,4	18,45
	+	+	+	–	+	+	+	–	+	+	+	–	+	+	+	–

ccm Normalweinsäure pro 1 l Nährboden	16,4				20,5				24,6				32,8		
ccm Normalbenzoesäure pro 1 l Nährboden	0	8,2	10,25	12,3	0	6,15	8,20	10,25	0	4,1	6,15	8,20	0	2,05	
	+	+	+	–	+	+	+	–	+	+	+	–	+	+	

Wie die Hemmung des Wachstums von Penicillium glaucum durch Weinsäure und Benzoesäure sich verhält, sieht man in der Tabelle XI. Bei diesem entwicklungshemmenden Versuch mit Schimmelpilzen mußte man, da eine wässerige Aufschwemmung von Pilzen herzustellen nicht möglich war, den verwendeten, mit der gewünschten Menge Benzoesäure versehenen Agar als besten Nährboden nach dem Erstarren in der Petrischale mit steriler Platinöse aus einer Penicillium glaucum-Kultur beschicken.

Auch hier findet man die benötigte Benzoesäuredosis desto kleiner, je größer die gebrauchte Weinsäuremenge ist.

Bei Zunahme der Weinsäuremenge nimmt aber bei Penic. glaucum die zur Entwicklungshemmung erforderliche Menge Benzoesäure nicht so rasch ab, wie dieses bei den Bazillen der Fall ist.

Es ist sehr gut möglich, daß dies verursacht wird dadurch, daß die Hemmung, welche die Weinsäure auf das Bazillenwachstum ausübt, wieder zum Teil ausgeglichen wird durch die bessere Nahrung, die dem Schimmel bei Weinsäurezugabe geboten wird. Wir wissen ja doch, daß die meisten Schimmelpilze die organischen Säuren wie Zitronensäure, Weinsäure, Apfelsäure usw. sehr lieben; wir brauchen nur zu bedenken, wie leicht Äpfel, Zitronen und andere Früchte schimmeln. Die genannten organischen Säuren sind gute Kohlenstoffquellen für die Schimmelpilze (Lafar).

Daß Weinsäure ein guter Nährboden für Schimmelpilze ist, können wir auch schließen aus der Tatsache, daß eine einige Wochen in einer verschlossenen Flasche aufbewahrte Normalweinsäurelösung schimmelt. Von einer Normalschwefelsäurelösung sehen wir so etwas niemals.

Vergleichen wir jetzt einmal die Benzoesäuremengen, die erforderlich sind, um das Wachstum von Penic. glaucum zu hemmen, mit den Benzoesäuremengen, die wir als nötig gefunden haben, um das Bazillenwachstum zu hemmen!

Tabelle XII.

ccm Normalweinsäure pro 1 neutr. Agar	0	4,1	8,2	12,3	16,4	20,5	24,6
ccm Normalbenzoesäure pro 1 neutral. Agar							
Penicillium	24,6	24,6	20,5	18,45	12,3	10,25	8,2
Bazillen	24,6	22,55	16,4	12,3	8,2	4,1	4,1
Differenz	0	2,05	4,1	6,15	4,1	6,15	4,1

Jetzt vergleichen wir noch einmal dieselben Resultate des Penicilliumversuches mit den theoretisch für die Bazillen berechneten Werten:

Tabelle XIII.

ccm Normalweinsäure pro 1 neutr. Agar	0	4,1	8,2	12,3	16,4	20,5	24,6
ccm Normalbenzoesäure pro 1 neutr. Agar							
Penicillium	24,6	24,6	20,5	18,45	12,3	10,25	8,2
Bazillen (theor.)	24,6	20,5	16,4	12,3	8,2	4,1	4,1
Differenz	0	4,1	4,1	6,15	4,1	6,15	4,1

Aus den Resultaten dieser zwei Tabellen glaube ich schließen zu dürfen, daß die Differenz auf neutralem Boden = 0, auf saurem Boden immer ca. 4,1 ccm beträgt, gleichgültig, ob viel oder wenig Weinsäure im Nährboden anwesend ist.

Der wahrscheinliche Grund scheint mir der, daß Schimmelpilze (etwa um 4,1) stärker säuretolerant oder besser wohl azidophil sind als Bakterien.

Auch die Resultate dieses Penicilliumversuches habe ich graphisch dargestellt (Fig. 13).

Graphische Darstellung der Wachstumshemmung von Penicillium glaucum durch Weinsäure und Benzoesäure.

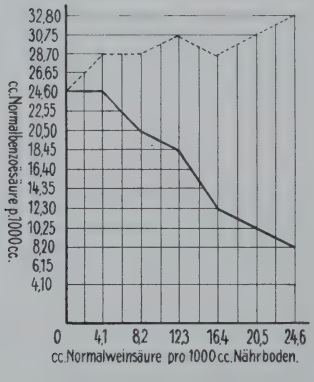


Fig. 13. Konstruiert aus den Versuchsresultaten.

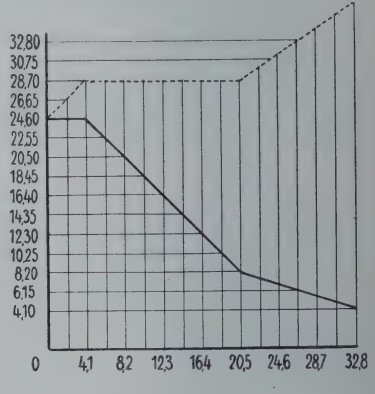


Fig. 14. Wie die Hypothese sie uns erwarten läßt.

Daneben findet man ein Bild (Fig. 14) der Wachstumshemmung von Penicillium glaucum durch Benzoe- und Weinsäure, wie die Theorie sie erfordert.

Die Zahlen, die zum Aufbau dieser graphischen Darstellung dienten, bekam ich durch Vermehrung der theoretisch für die Bazillen berechneten Werte mit 4,1 (die Schimmelpilze sind um etwa 4,1 ccm Normalsäure pro 1 mehr säuretolerant als die Bazillen).

Die Erklärung ist übrigens dieselbe wie bei den anderen graphischen Darstellungen.

Auch diese theoretische graphische Darstellung zeigt wieder viel Ähnlichkeit mit der graphischen Darstellung Fig. 13, die aus Versuchsresultaten zusammengesetzt ist.

VIII. Wird die Toxinbildung durch Benzoesäure vielleicht früher gehemmt als die Vermehrung der Bazillen?

Prof. R. H. Saltet und Zeehandelaar züchteten Bacillus botulinus van Ermengem anaerobiontisch in Bouillon mit 1% Glukose.

Pro 100 ccm war 0,75, 1,2, 2,4 und 4,8 ccm einer Normalsodalösung zugesetzt. Verwendet wurde eine toxische Kultur aus dem Institut für Infektionskrankheiten in Berlin.

Nachdem die Bouillon deutlich getrübt war, wurde Meerschweinchen von etwa 225 g 0,1 ccm der Kulturflüssigkeit unter die Bauchhaut injiziert.

Drei der vier Versuchstiere blieben am Leben, nur das Tier, das mit der meist alkalischen Flüssigkeit eingespritzt worden war, starb nach $3\frac{1}{2}$ Tagen.

Noch einmal wiederholt, dasselbe Resultat.

Die tötende Menge Toxin war also wohl gebildet in der Glukosebouillon mit 4,8% Normalsodalösung und nicht in der Bouillon mit niedrigerem Alkaligehalt.

Danach wiederholten sie die Versuche mit der Bouillon mit 4,8% Normalsodalösung, mit Zusatz 40prozentigem Formalin.

Alkaligehalt in % N. Soda	Formalingehalt	Wachstum	Meerschweinchen tot + nicht tot −
4,8	1 : 120 000	+	+ nach $3\frac{1}{2}$ Tagen
	1 : 80 000	+	+ nach 5 Tagen
	1 : 20 000	+	−
	1 : 10 000	−	−

Eine Wiederholung des Versuches mit salizylsaurem Natrium statt Formalin gab folgende Resultate:

Alkaligehalt in % N. Soda	Salizyls. Natrium-gehalt	Wachstum	tot + nicht tot —
4,8	1 : 5000	+	+ nach 4 Tagen
	1 : 4000	+	+ nach 5 Tagen
	1 : 2500	—	—
	1 : 1000	—	—

Bei einem Alkaligehalt von 4,8% hemmt Formalin 1 : 10 000 also das Wachstum von Bacillus botulinus. Formalinkonzentration 1 : 20000 oder niedriger gestattet die Vermehrung der Bazillen, Formalingehalt 1 : 80000 oder niedriger auch die Bildung der Toxine.

Die Toxinbildung wird also früher durch Formalin gestört als das Wachstum der Bazillen.

Salizylsaures Natrium 1 : 2500 hemmt das Wachstum des Botulinusbazillus. Bei Salicylas natricus-Konzentration 1 : 4000 oder niedriger wächst der Bazillus, bildet aber weniger Toxine.

Dieser Versuch von Saltet und Zeehandelaar gab mir Veranlassung, den Einfluß von Benzoesäure auf die Toxinebildung zu studieren.

Auch ich arbeitete mit Bacillus botulinus aus dem Institut für Infektionskrankheiten in Berlin.

Ich züchtete ihn in Pferdeleberbouillon, die nach dem Verfahren von E. Pfuhl hergestellt wurde. Diese Bouillon hatte eine braune Farbe, auf dunklem Grunde opaleszierend; gegen das Licht gehalten erschien sie aber ganz klar und durchsichtig.

Da Saltet und Zeehandelaar fanden, daß der Botulinusbazillus nur Toxine bildet, wenn der Normalalkaligehalt wenigstens 4,8% beträgt, setzte ich meinem Nährboden 5% Normalsodalösung zu.

In dieser alkalischen Leberbouillon wachsen die Bazillen bei 22° nicht oder nur kümmerlich.

Befand sich aber am Boden der Röhrchen ein Stückchen steriler, gekochter Pferdeleber, dann folgte kräftiges Wachstum (Verfahren nach K. Würcker).

Etwa vom zweiten Tag nach der Aussaat an trat reichliche Gärung und ranziger Geruch nach Buttersäure auf und trübte sich die Bouillon. Nach etwa vier Tagen klärte sich die Bouillon wieder, am Boden der Röhrchen befand sich dann eine etwa ½ ccm dicke Schicht, die sich mikroskopisch aus Sporen bestehend erwies.

Diese letzte Methode war hier aber nicht brauchbar, weil ich meinen Nährböden Benzoesäure zusetzen wollte und Eiweiß c. q. Lebersubstanz, wie wir oben lernten, die Konservierungskraft der Benzoesäure herabsetzt.

Am besten war das Wachstum in alkalischer Pferdeleberbouillon mit dem Pyrogallolverfahren (H. Buchner). Ich stellte mir jetzt eine Pferdeleberbouillon her, die in 1 l 5% Normalalkalilösung und außerdem respekt. 1, 2, 3, 4, 5 und 6‰ Benzoesäure enthielt, impfte diese Nährböden mit Bacillus botulinus und stellte sie mit einer alkalischen Pyrogallollösung in eine gut verschlossene Flasche und bewahrte sie während vier Tagen bei 22°.

In der Bouillon mit 6‰ Benzoesäure wuchsen die Bazillen nicht; in der Bouillon mit weniger Benzoesäure dagegen sehr üppig, am Ende des vierten Tages war die Sporenschicht in den Röhrchen mit 5‰ Benzoesäure gar nicht dünner als die in den Röhrchen mit 0‰ Benzoesäure. Offenbar wurde das Wachstum der Bazillen durch 5‰ Benzoesäure noch nicht merklich behindert.

Daß wir in dieser Bouillon zur Hemmung des Wachstums von Bacillus botulinus so viel mehr Benzoesäure brauchen als bei Bac. mesentericus usw. in den vorigen Versuchen, liegt zweifellos daran, daß das Alkali die Benzoesäure zu Natriumbenzoat bindet, ein Stoff, der weniger stark desinfektierend wirkt. Überdies ist es möglich, daß die Botulinusbazillen mehr benzoesäuretolerant sind.

Den Nährböden, auf welchen die Bazillen gewachsen waren, wurde nun am Ende des vierten Tages 0,1 ccm Kulturflüssigkeit entnommen und Kaninchen von etwa 1400 g unter die Bauchhaut eingespritzt.

Kulturflüssigkeit mit:	Benzoesäure					
	0‰	1‰	2‰	3‰	4‰	5‰
Kaninchen gestorben nach	18 Std.	22 Std.	28 Std.	2 Tagen	3 Tagen	5 Tagen

Einmal wiederholt mit filtrierten Kulturen, dieselben Resultate: Einspritzung von 0,1 ccm Kulturflüssigkeit bei Meerschweinchen von etwa 400 g unter die Bauchhaut gab folgende Resultate:

Benzoesäuregehalt	0‰	1‰	2‰	3‰	4‰	5‰
Meerschweinchen gestorben nach . . .	24 Std.	24 Std.	30 Std.	2 Tagen	$3^1/_2$ Tagen	4 Tagen

Nach Wiederholung fand ich:

Benzoesäuregehalt	0‰	1‰	2‰	3‰	4‰	5‰
Meerschweinchen gestorben nach . . .	24 Std.	24 Std.	24 Std.	32 Std.	2 Tagen	3 Tagen

Benzoesäure verringert also die Toxinbildung von Bacillus botulinus; je mehr Benzoesäure sich im Nährboden befindet, desto weniger Gift wird gebildet, oder besser, desto weniger toxisch ist die Kulturflüssigkeit. Daß eine Benzoesäurekonzentration existiert, bei welcher die Toxinbildung vollkommen aufhört, die Bazillen aber doch noch wachsen, ist immer noch sehr gut möglich, doch jedenfalls wird diese so dicht liegen bei der Benzoesäurekonzentration, bei welcher das Bazillenwachstum gehemmt ist, daß es praktisch ganz ohne Bedeutung ist.

Die Meerschweinchen zeigen fast alle die gleichen Krankheitserscheinungen. Das Botulinustoxin ruft eine oft vollständige Paralyse sämtlicher Muskeln hervor, so daß der Körper des Tieres gänzlich erschlafft erscheint. Die Entspannung der Bauchmuskeln, die beim Anfassen der kranken Tiere fühlbar wird, bildet öfters das erste Zeichen der Krankheit. Dieses Symptom ist sehr auffällig.

Die Tiere sind unbeweglich, halten die Beine gestreckt, liegen stimmlos auf dem Bauche. Die Atmung ist zuerst rasch und oberflächlich, später wird sie langsamer. Unter Einziehung der Interkostalräume treten dyspnöische Anfälle auf.

Wenn die Tiere dem Gift lange widerstehen, sieht man oft verschiedene partielle Paralysen, so z. B. die Lähmung der Hinterbeine.

Kaninchen verhalten sich ähnlich:

Oft sieht man, daß die Paralyse nur gewisse Muskelgruppen befällt. Die Tiere halten den Kopf seitlich gesenkt, die vordern Extremitäten sind gestreckt, die hintern am Bauch angezogen. In dieser Lage verharren die Tiere unbeweglich bis zum Tode.

Auch kommt es vor, daß nur die Hinterbeine paralysiert sind, das Tier schleppt sich dann mit Mühe fort auf den vorderen Extremitäten.

Eine reichliche Speichelabsonderung habe ich aber niemals dabei beobachtet, ebensowenig wie Pupillenerweiterung mit Schlaffheit des dritten Lides und Exophthalmus.

Aphonie und Anorexie mit Harn und Kotretention gehören dagegen zu den regelmäßigen Erscheinungen.

IX. Über die Stärken der Säuren.

Oben wurde stillschweigend angenommen, daß Schwefelsäure und Weinsäure stärker sind als Benzoesäure. Ich werde jetzt die Richtigkeit dieser Annahme durch einige Zahlen zeigen.

Was versteht man aber unter der Stärke einer Säure. Die Stärke einer Säure hängt ab von ihrer elektrolytischen Dissoziation.

Eine Säure A ist also stärker als eine Säure B, wenn sie in dem gleichen Lösungsmittel, in derselben Konzentration und bei derselben Temperatur stärker elektrolytisch dissoziiert ist als Säure B.

Als Maß für diese elektrolytische Spaltung dient K, die Dissoziationskonstante.

Deutlichkeitshalber wollen wir einmal rasch wiederholen, wie man dazu kommt.

In einer verdünnten Lösung einer Säure, z. B. Benzoesäure, gibt es folgende Gleichgewichtsreaktion:

$$C_6H_5COOH \rightleftarrows C_6H_5COO' + H'.$$

Das Gesetz der chemischen Massenwirkung lautet: „Bei jeder chemischen Reaktion in einem homogenen System ist bei konstanter Temperatur die chemische Wirkung proportional mit der Konzentration der reagierenden Bestandteile."

Die Konzentration C wird ausgedrückt in Grammolekülen pro Liter.

Die Schnelligkeit der Reaktion von links nach rechts ist also

$$V_1 = K_1 \times C_{C_6H_5COOH}.$$

K_1 ist eine Konstante.

Die Schnelligkeit der Reaktion von rechts nach links

$$V_2 = K_2 \times C_{C_6H_5COO'} \times C_{H'}.$$

K_2 ist wieder eine Konstante.

Da es Gleichgewicht gibt, ist

$$V_1 = V_2.$$

Also

$$K_1 \times C_{C_6H_5COOH} = K_2 \times C_{C_6H_5COO'} \times C_{H'}$$

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{C_{C_6H_5COO'} \times C_{H'}}{C_{C_6H_5COOH}} = K.$$

K = die Gleichgewichtskonstante.

Nehmen wir nun an, daß 1 Grammolekül Benzoesäure in V Liter Wasser gelöst ist und daß von diesem Grammolekül

Benzoesäure a Grammoleküle in Ionen gespalten sind, dann befinden sich in der Lösung

$1 - a$ Grammoleküle ungespaltene Benzoesäuremoleküle,
a Grammoleküle gespaltene Benzoesäuremoleküle, d. h. a Gramionen $C_6H_5COO' + a$ Gramionen $H^{\cdot}$. Also:

$$K = \frac{\frac{a}{V} \times \frac{a}{V}}{\frac{1-a}{V}} \text{ oder } KV = \frac{a^2}{1-a}.$$

Dies ist das Verdünnungsgesetz von Ostwald. Je größer V ist, desto größer wird a, d. h. mit der Verdünnung nimmt die elektrolytische Spaltung zu. Ist $V = 1$, dann haben wir $K = \frac{a^2}{1-a}$. Wird a größer, dann wird, wenn $V = 1$ bleibt, K größer. Je stärker ein Elektrolyt dissoziiert ist, um so größer ist a, also desto größer ist K, die Dissoziationskonstante. K, die Dissoziationskonstante, ist also ein Maß für die Stärke einer Säure.

Nun ist 100 K bei 25° C:

für Weinsäure = 0,097,
für Benzoesäure = 0,006.

$$K_{\text{Weinsäure}} = 16{,}16 \times K_{\text{Benzoesäure}}.$$

Wenn man Schwefelsäure in Wasser löst, findet eine stufenweise Dissoziation statt.

Bei mäßiger Verdünnung

$$H_2SO_4 \rightleftarrows H^{\cdot} + HSO_4'.$$

Bei starker Verdünnung:

$$HSO_4' \rightleftarrows H^{\cdot} + SO_4'.$$

Nach Enklar ist die Dissoziationskonstante für die erste Stufe bei 18° C 0,45 und für die zweite Stufe 0,017 bis 0,018.

Bestimmen wir nun aus $K_{\text{Benzoesäure}} = 0{,}00006 = \frac{a^2}{1-a}$ a, dann finden wir $a = 0{,}0077$.

Auf dieselbe Weise finden wir $a_{\text{Weinsäure}} = 0{,}031$.

In der Benzoesäurelösung (1 Grammolekül pro Liter) ist also von jedem Grammoleküle 0,0077 in Ionen gespalten, das heißt 0,77%.

In einer Weinsäurelösung der gleichen Stärke ist von jedem Grammoleküle 0,031 Grammolekül dissoziiert, das ist 3,1%.

Weinsäure ist also 4 mal so stark wie Benzoesäure.

Auf ähnliche Weise kann man nun berechnen, daß Schwefelsäure viel stärker ist als Weinsäure und Benzoesäure. Anorganische Säuren sind alle viel stärker als die organischen.

Bringen wir in eine Benzoesäurelösung eine stärkere Säure, z. B. Weinsäure oder Schwefelsäure, dann geht die Dissoziation der Benzoesäure zurück.

In der Benzoesäurelösung hatten wir das Gleichgewicht:

$$C_6H_5COOH \rightleftarrows C_6H_5COO' + H'.$$

Weil Benzoesäure nur eine sehr schwache Säure ist, gehört in diesem Gleichgewicht eine sehr kleine Konzentration der H'-Ionen (wie wir oben sahen, in einer Lösung von 1 Grammol. pro Liter nur 0,77%).

Durch Zusatz von einer stärkeren Säure wird die Konzentration der H'-Ionen größer.

Um Gleichgewicht zu behalten, muß nun auf Grund von

$$K = \frac{C_{C_6H_5COO'} \times C_{H'}}{C_{C_6H_5COOH}}$$

die Konzentration der C_6H_5COO'-Ionen abnehmen und die Konzentration der ungespaltenen Benzoesäuremoleküle zunehmen, mit anderen Worten, Benzoesäure zurückgebildet werden.

Man kann nun auch leicht einsehen, wie es möglich ist, daß eine starke Säure eine schwache Säure aus seinen Salzen verdrängen kann.

In einer verdünnten Lösung sind die meisten Salze fast ganz in Ionen gespalten.

Setzen wir nun z. B. einer Natriumbenzoatlösung (von 1 Grammol. pro Liter) Salzsäure zu, dann haben wir in der Lösung:

$$Na' + C_6H_5COO' + H' + Cl'.$$

Da das Gleichgewicht $C_6H_5COOH \rightleftarrows C_6H_5COO' + H^{\cdot}$ nur bestehen kann, wenn 0,77% $H^{\cdot}$ und C_6H_5COO'-Ionen da sind, enthält diese Flüssigkeit viel mehr dieser Ionen, als das Gleichgewicht erlaubt.

Also $H^{\cdot}$ und C_6H_5COO'-Ionen verbinden sich zu C_6H_5COOH. Die Cl' und $Na^{\cdot}$-Ionen bleiben nebeneinander bestehen. Kochsalz ist entstanden.

Das Obenstehende gilt nur für sehr verdünnte Lösungen; für organische Elektrolyte bis zu einer Konzentration von ½ Grammol. pro Liter und für anorganische Elektrolyte nur bis zu einer Konzentration von 0,08 Grammol. pro Liter.

Die größte Säuremenge, die wir in unseren Versuchen zugesetzt haben, war 32,8 ccm Normalsäure pro Liter. In einem Liter dieser Lösung war also $\frac{32,8}{1000}$ Liter Normalsäure, d. h. weil Weinsäure und Schwefelsäure gebraucht worden sind $\frac{16,4}{1000} =$ 0,0164 Grammol.

Die größte verwendete Benzoesäuremenge war pro Liter 24,6 ccm Normalbenzoesäure $= \frac{24,6}{1000} = 0,0246$ Grammolekül pro Liter.

Für unsere Säurekonzentrationen treffen die Gesetze der elektrolytischen Dissoziation also noch zu.

Doch dürfen wir diese Gesetze zu unseren Versuchen eigentlich nicht anwenden, weil wir nicht mit einem homogenen System gearbeitet haben.

Ich glaube aber, daß wir keinen großen Fehler machen, wenn wir sie doch zur Anwendung bringen, weil der Agarnährboden sich jedenfalls beim Schmelzen einem homogenen System sehr nähert.

X. Wie soll man sich die desinfizierende Wirkung der Benzoesäure denken?

Das Desinfiziens wirkt auf die Bakterienzelle in der Art, daß es ihre lebenswichtigen Bestandteile verändert. Die Lebensfunktionen der Bakterienzelle sind wie bei jeder andern Zelle an

ihr Protoplasma, ein Gemenge von Kolloiden, vornehmlich von Eiweißstoffen und Lipoiden, meist noch unbekannten Stoffen von fettähnlichen Lösungsverhältnissen, gebunden.

Eine Änderung in der Zusammensetzung des Protoplasmas durch eingedrungene Stoffe, in chemischem oder chemisch-physikalischem Sinn, bedeutet also ein Krankwerden oder gar den Tod des Bakterienleibes.

Um aber in die Bakterienzelle eindringen zu können, muß zunächst die Zellmembran von dem Desinfiziens in Angriff genommen werden. Diese Membran ist für lipoidlösliche Stoffe, wie die Phenole, Kresole, den Alkohol, Sublimat, Jod und Osmiumsäure leicht durchgängig.

Ihre Reaktion mit der Grenzschicht des Zellprotoplasmas geht nach dem Overtonschen Gesetz vonstatten: Wenn die Fremdsubstanzen aus einem wässerigen Medium in die Zellen eindringen, so hängt ihre Aufnahme von den Teilungskoeffizienten ihrer Löslichkeit einerseits in Wasser und anderseits in fettartigen Lösungsmitteln ab.

Die nicht lipoidlöslichen Substanzen wie die meisten Salze, die Alkalien und die organischen Säuren dringen nur dadurch in das Zellinnere ein, daß sie eiweißfällend oder eiweißlösend die Außenschichten der Bakterien zerstören.

Ihre Desinfektionskraft ist abhängig von dem Dissoziationsgrad der Lösungen, sie ist also eine Ionenreaktion.

Außer diesen beiden Hauptgruppen von Desinfizientien, die nur durch ihre Lipoidlöslichkeit oder nur nach dem Dissoziationsgrad ihrer Lösungen wirken, gibt es eine Reihe anderer Stoffe, die dadurch wirksam sind, daß sie sowohl lipoidlöslich als auch eiweißfällend sind. Hierdurch wird die Ausnahmestellung des Sublimats bedingt.

Während viele Quecksilbersalze in ihrer Lösung viel stärker dissoziiert sind als Quecksilberchlorid, so ist das Chlorid ihnen noch bedeutend an Desinfektionskraft überlegen. Es dringt kraft der Lipoidlöslichkeit, die es vor den anderen Salzen voraus hat, schneller in den Bakterienleib ein.

Die Desinfektionskraft der Säuren steht im allgemeinen in direktem Verhältnis zu ihrem Dissoziationsgrad, d. h. entspricht der Konzentration der in der Lösung vorhandenen Wasserstoffionen. Es desinfizieren also Salzsäure und andere starke Säuren stark, die mittelstarken wie Phosphorsäure schwächer. Dagegen ist die desinfizierende Kraft der organischen Säuren, wie Ameisensäure, Essigsäure usw., eine viel größere, als ihrem Dissoziationsgrad entspricht. Eine Erklärung findet Overton darin, daß die undissoziierten Moleküle dieser ätherlöslichen Säuren in den Lipoiden löslich sind und dadurch leichter in die Zellen eindringen.

Die Desinfizientien aus der aromatischen Reihe (Phenole, Kresole) wirken, da sie schwach ionisiert sind, z. B. das Phenol, nicht durch das Ion C_6H_5, sondern als ungespaltenes Molekül.

Mit dieser Wirkungsweise hängt auch der Umstand zusammen, daß die Desinfektionskraft des Phenols, des Kresols durch Zusatz von Salzen erheblich gesteigert wird, indem durch das Aussalzen die Löslichkeit des Phenols in Wasser verringert, der Teilungskoeffizient zwischen dem Medium und der Zelle ein günstiger wird und dadurch das Eindringen des Phenols in die Zelle ein reichlicheres wird (Spiro und Bruns).

Benzoesäure ist eine sehr schwache Säure und ist also sehr wenig in Ionen gespalten.

Wie weit in einer 3‰ Benzoesäurelösung die Benzoesäure dissoziiert ist, läßt sich leicht berechnen. 1 l 3‰ Benzoesäurelösung ist äquivalent mit 24,6 ccm Normalsäure und enthält also $\frac{24{,}6}{1000}$ Grammol. $= \frac{1}{40}$ Grammol. Benzoesäure.

Wenn man also in 40 l Wasser 1 Grammol. Benzoesäure löst, hat man eine Lösung der gleichen Konzentration.

$$K_{\text{Benzoesäure}} = 0{,}00006 = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)\,V} = \frac{\alpha^2}{40\,(1-\alpha)}$$

$$40 \times 0{,}0006 = \frac{\alpha^2}{1-\alpha}$$

$$\alpha = 0{,}048 = 4{,}8\%.$$

In einer 3‰ Benzoesäurelösung ist 4,8% der Benzoesäure also in Ionen gespalten.

Die desinfizierende Kraft der Benzoesäure wird zweifellos nicht bewirkt durch den Gehalt an freien Wasserstoffionen, sonst sollte Weinsäure stärker desinfizierend wirken als Benzoesäure.

Da die Benzoesäure am besten wirkt in Gegenwart einer andern stärkeren Säure (neben welcher sie dann fast vollkommen undissoziiert vorhanden ist), so wissen wir, daß die desinfizierende Kraft der Benzoesäure an das ungespaltene Molekül gebunden ist.

Zweifellos muß man die antiseptische Kraft der Benzoesäure größtenteils ihrer Lipoidlöslichkeit zuschreiben.

XI. Desinfektionsversuch mit Zimtsäure.

Auch Zimtsäure wird gegenwärtig zur Konservierung von Nahrungsmitteln häufig verwendet. Darum wurde zum Schluß noch der Einfluß von Zimtsäure auf das Wachstum der Bazillen untersucht.

Zimtsäure löst sich in destilliertem Wasser bei 15 bis 20° nur bis $\frac{1}{2}$‰, das ist also erheblich schlechter als Benzoesäure. Durch Zusatz von Säure (es wurden bis 10 ccm Normalschwefelsäure pro 10 ccm zugesetzt), ändert sich diese Löslichkeit praktisch nicht.

Ich stellte mir einen neutralen Agarnährboden her, dem ich respekt. $\frac{1}{4}$‰, $\frac{1}{2}$‰, $\frac{3}{4}$‰ und 1‰ Zimtsäure zusetzte.

Es hätte eigentlich schon genügt, wenn ich mit dem Zimtsäurezusatz nicht weiter gegangen wäre als bis auf $\frac{1}{2}$‰, weil es nicht sehr wahrscheinlich ist, daß Zimtsäure sich in Agar besser lösen würde als in Wasser. Da aber beim Abkühlen der Agar eher erstarrt, als die durch die Hitze gelöste Zimtsäure auskristallisiert, so wissen wir doch, daß diese ausgeschiedene Zimtsäure jedenfalls in äußerst fein verteiltem Zustande in dem Agar anwesend ist.

Der Agar wurde flüssig geimpft bei 40° C, dann in sterile Petrischalen ausgegossen.

Die Platten blieben 4 Tage im Brutschrank. Am Ende des vierten Tages waren die Resultate:

	0‰	¼‰	½‰	¾‰	1‰
Kartoffelbazillus . .	+	+	+	+	+
Heubazillus	+	+	+	+	+
Bodenbazillus . . .	+	+	+	+	+
Bac. mesent. . . .	+	+	+	+	+
Bac. subt.	+	+	+	+	+
Bac. mycoides . . .	+	+	+	+	+

Resultate: Auf einem Agarnährboden mit 1‰ Zimtsäure (wovon ½‰ gelöst und ½‰ in äußerst fein verteiltem Zustande im Nährboden anwesend), wachsen alle untersuchten Bazillen noch üppig. Auf einem Nährboden, der größtenteils aus Wasser besteht und eiweißartige Stoffe enthält, ist Zimtsäure kein brauchbares Konserviermittel.

Es ist sehr gut möglich, daß sich in Gegenwart von Weinsäure oder auf einem peptonarmen Nährboden etwas Ähnliches herausstellt als bei Benzoesäure, so daß mit andern Worten Zimtsäure sich unter diesen genannten Umständen vielleicht als ein sehr gutes Konservierungsmittel zeigt.

XII. Konservierung von Kleister mit Benzoesäure.

12 g Stärke wurden mit 10 ccm Wasser kalt verrührt und in 150 ccm siedendes Wasser eingetragen, dem kurz vorher 170 mg Benzoesäure, d. h. 1‰ zugesetzt war. Ebenso wurde 2 und 3‰ Benzoesäurekleister hergestellt. Dabei geht praktisch keine Benzoesäure verloren. Auffallend waren kleine Gasbläschen unter der Oberfläche des frisch hergestellten, Benzoesäure enthaltenden Kleisters, während die Proben ohne Benzoesäure keine Bläschen zeigten. Ob es sich um Kohlensäurespuren handelte? Schon 1‰ Benzoesäure gibt dem Kleister eine Spur eines aromatischen Geruchs. Die 3 Benzoesäurekleister und eine Kontrollprobe ohne Benzoesäure wurden frei im Zimmer aufgestellt.

Tag	Kleister + 0 ‰ Benzoesäure	Kleister + 1 ‰	2 ‰	3 ‰
3.	Auf der Oberfläche einige kleine Schimmelkolonien (grün).	Keine Änderung.	Keine Änderung.	Keine Änderung.
4.	Deutliche Schimmelentwicklung. Auch einige gelbfarbige, runde Fleckchen von 2 mm Diameter. Wo der Kleister den Rand des Becherglases berührt, ist der Kleister in einer 3 mm breiten Zone durchsichtig geworden. Zwischen dem Kleister und der Glaswand befindet sich eine wässerige Flüssigkeit. Sehen wir das Becherglas von der Seite an, dann finden wir die Farbe des Kleisters nicht mehr gleichmäßig, sondern marmorartig, weil durchsichtige glasige Stellen mit Stellen normaler bläulicher Farbe abwechseln. Der Kleister fängt also zu verflüssigen an. An der Oberfläche ist die Farbe nicht frisch bläulich weiß geblieben, sondern grauweiß, schmutzig, gelblich geworden. Kein übler Geruch.			
6.	An der Oberfläche sehr viel Schimmel (Penicillium), weiter 3 rote punktförmige Kolonien; 1 gelbbraune punktförmige Kolonie; 2 blaue Knötchen (4 mm Durchmesser). Alle Kolonien wurden auf Agar übergeimpft und wuchsen auf Agar. Stärkekleister sehr weich geworden.			
7.	Schimmel hat die Bakterienkolonien überwachsen. Farbe des Kleisters sehr schmutziggelblich. Muffiger Geruch, kein Gestank.			
8.	Zwischen Glaswand und Kleister Luftbläschen, also Gasbildung.			
9.	Starker muffiger Geruch. Starke Gasbildung, Verflüssigung, schmutzig-gelbgraue Verfärbung. Kein Gestank. Stellt man das Becherglas schräg, dann sieht man eine trübe, wässerige Flüssigkeit mit einigen festen Partikelchen darin.			

Tag	Kleister + 0 ‰ Benzoesäure	Kleister + 1 ‰	2 ‰	3 ‰
12.	Status quo.	Keine Änderung, nur ein bischen Eintrocknung, daher hat sich der Kleister oben von der Glaswand etwas zurückgezogen.	Außer Eintrocknung gar keine Änderung,	Außer Eintrocknung gar keine Änderung,
23.	Verflüssigung hat stark zugenommen. Kein Gestank.	Stark eingetrocknet 2 kleine Schimmelkolonien. Vielleicht ist durch Verdunstung von Benzoesäure das Schimmelwachstum möglich geworden. Weiter gar keine Änderung, also keine Verflüssigung oder Gasbildung oder Verfärbung. Schimmel hat sich nicht ausgebreitet.	Keine Änderung, nur Eintrocknen.	Keine Änderung, nur Eintrocknen.
36.	Keine wesentliche Veränderung. Kleister ganz zerstört.	Keine Veränderung.	Keine Änderung.	Keine Änderung.
63.		Keine Veränderung.	Keine Änderung.	Keine Änderung.

Resultat: Gewöhnlicher Kleister zeigte schon am dritten Tag einen Anfang des Verderbens, sich äußernd in Verfärbung, Verflüssigung, Erweichung, unangenehmem Geruch, Schimmel usw. Kleister mit 1‰ Benzoesäure zeigte nur eine gehemmte Schimmelbildung, die am 23. Tag anfing und am 63. Tag noch nicht weiter gekommen war als am 23. Tag. Kleister mit 2‰ und 3‰ Benzoesäure zeigten am 63. Tag noch keine Schimmelbildung oder andere Zeichen des Verderbens.

XIII. Konservierung von Appreturmasse mit Benzoesäure.

Die untersuchte Appreturmasse war eine graugelbe, schleimartige, gallertartige, zähe Masse mit Leimgeruch, aus einer Fabrik bezogen. Der Wassergehalt war 59,986% oder rund 60%, wie die Analyse zeigte; 40% der Appreturmasse war also feste Substanz. Diese feste Substanz besteht meistens aus Stärke; der Leimgeruch gab Veranlassung zur Vermutung auf Zusatz von Leim oder leimartigen Stoffen. Eine Kjeldahlanalyse gab 5 mg N per 1 g Appreturmasse, das ist 0,5% N oder $6{,}25 \cdot 0{,}5\% = 3{,}125\%$ Eiweiß resp. Leim. Es war wichtig, den Eiweißgehalt zu kennen, weil wir ja doch wissen, daß auf einem eiweißreichen Nährboden zur Hemmung des Wachstums von Bakterien und Schimmel mehr Benzoesäure erforderlich ist als auf einem eiweißarmen Nährboden. Nun stellten wir uns im Zimmer auf in Bechergläsern:

200 g Appreturmasse ohne Benzoesäure,
200 g „ mit 1‰ „
200 g „ mit 2‰ „

Benzoesäure enthaltende Appreturmasse wurde auf folgende Weise hergestellt: Appreturmasse auf Wasserbad erhitzt, wodurch sie flüssiger wird, dann die in einer Schale zerriebene Benzoesäure unter Umrühren zugesetzt. Das Umrühren wurde eine Viertelstunde fortgesetzt, damit sich alles löste.

Tag	Appreturmasse mit 0‰ Benzoesäure	mit 1‰ Benzoesäure	mit 2‰ Benzoesäure
4.	Einige Schimmelkulturen auf der Oberfläche.	Keine Änderung.	Keine Änderung.
5.	Schimmel hat sich über die ganze Oberfläche ausgebreitet.	Keine Änderung.	Keine Änderung.
9.	Schimmelhaut wird immer dicker. An der Oberfläche zwei wasserklare, tropfenförmige, verflüssigte Stellen, ein bischen erhaben. Weiter eine tropfengroße schüsselförmige Verflüssigung, deren Rand ein bischen erhaben ist. Die Masse riecht nach Schimmel, d. h. muffig und ein wenig sauer.	Keine Änderung.	Keine Änderung.
12.	Status quo. Bakterienkolonien von Schimmel überwachsen.	3 kleine Schimmelkolonien an der Oberfläche.	Keine Änderung.
30.	Noch immer kein Gestank.	Schimmel hat wenig zugenommen. Die drei Schimmelkolonien haben die Größe eines Pfennigs.	Keine Änderung.
60.	Schimmelhaut sehr dick (grün). Kein Gestank. Geruch muffig.	Status quo.	Keine Änderung.

Der Versuch mußte wegen Zeitmangel abgebrochen werden.

Resultat: Appreturmasse ist mit 2‰ Benzoesäure sehr gut zu konservieren (Versuchsdauer 2 Monate). Auf Appreturmasse mit 1‰ Benzoesäure ist das Schimmelwachstum schon sehr stark gehemmt. Die Appreturmassen mit 1‰ und 2‰ Benzoesäure waren am Ende des zweiten Monats sehr eingetrocknet (Oberfläche hohl).

Die Appreturmasse mit 0‰ Benzoesäure war bald verdorben und nicht so stark eingetrocknet. Wahrscheinlich wurde hier die Wasserverdunstung durch die Schimmelhaut zum Teil behindert.

XIV. Konservierung von Zitronensaft mit Benzoesäure.

Die verwendeten Zitronen wurden vor dem Auspressen geschält. Die Zitronenschale enthält ein ätherisches, antiseptisch wirkendes Öl, dessen antiseptische Wirkung die Benzoesäure stützen würde.

Der Saft wurde viermal durch Papier filtriert. Das Filtrat war eine gleichmäßige, gelbgrüne, sehr schwach trübe Flüssigkeit.

In vier Erlenmeierkölbchen a, b, c und d wurden je 25 ccm Saft abgefüllt. Jetzt brachte ich in b, c und d resp. 25 mg, 50 mg, 75 mg Benzoesäure (kristallisiert), d. h. resp. $1‰$, $2‰$ und $3‰$.

Ohne Erwärmung löste sich die Benzoesäure nicht, daher wurden die Kölbchen ein bischen erhitzt. Um keinen Fehler zu machen, wurde das Kölbchen mit Saft ohne Benzoesäure in derselben Weise erwärmt. Die Kölbchen wurden ohne Stöpsel im Zimmer aufgestellt. 24 Stunden später fand ich auf dem Boden aller Kölbchen ein Präzipitat. Das Präzipitat sah in allen Kölbchen gleich aus und hatte eine gelbgrüngraue Farbe. Der Bodensatz bestand nicht aus Benzoesäure, denn ich sah nicht die typischen Nadelkristalle, überdies befand sich das gleiche Präzipitat in dem Kölbchen ohne Benzoesäure. Wahrscheinlich bestand der Bodensatz aus sehr kleinen Partikelchen, die beim Filtrieren immer wieder durch den Filter hindurchgegangen waren und sich auf dem Boden der Kölbchen gesammelt hatten. Mikroskopisch stellte sich der Bodensatz als eine nicht organisierte amorphe Masse heraus. Es ist noch möglich, daß es eiweißartige Stoffe waren, die aus ihrer kolloidalen Lösung gefällt worden waren. Nach Schütteln verschwand der Bodensatz wieder, um sich nach einigen Stunden aufs neue zu bilden. Der Saft über dem Präzipitat war noch immer gelbgrün. Mehr als $3‰$ Benzoesäure löste sich nicht in dem Saft.

Beim Anfang des Versuches war die Azidität pro ccm Saft:

In Kölbchen	a	= 13,2 ccm	$^1/_{10}$ Normalsäure	
„ „	b	= 13,3 „	„ „	(theoret. 13,28)
„ „	c	= 13,35 „	„ „	(theoret. 13,36)
„ „	d	= 13,45 „	„ „	(theoret. 13,44)

Tag	Zitronensaft + 0 ‰ Benzoesäure	1 ‰ Benzoesäure	2 ‰ Benzoesäure	3 ‰ Benzoesäure
5.	Einige Fäden im Saft. Ein Strich auf einer Agarplatte (sauern) zeigt nach 3 Tagen Schimmel.	Eine Öse vom Boden und eine Öse von der Oberfläche auf saurer Agarplatte ausgestrichen. Nach einer Woche noch gar kein Wachstum.	Impfstrich auf Agarplatte negativ.	Impfstrich auf Agarplatte bleibt negativ.
6.	Fäden haben sich vermehrt. Zitronensaftgeruch verschwunden. Geruch muffig.	Status quo.	Status quo.	Status quo.
7.	Auf dem Boden sehr viel Fäden und Knäuel. Ein Präparat zeigt Penicillium und viele Sporen. Kein Häutchen.	Status quo. Mikroskop. wurde weder im Bodensatz noch im Saft etwas gefunden.	Status quo. Mikroskop. nichts gefunden.	Status quo. Mikroskop. nichts gefunden.
10.	Schimmelkolonien an der Oberfläche.	Status quo.	Status quo.	Status quo.
14.	Schimmel hat sich auf dem Boden sehr vermehrt. Titer von 1 ccm Saft 13,3 ccm N.-Säure. Ein Schimmelhäutchen auf der Oberfläche. Der Saft hat seine gelbgrüne Farbe verloren und ist klarer als frischer Saft, d. h. die kolloidale Trübung ist verschwunden.	Titer 13,4 ccm $^1/_{10}$ N.-S. Mikroskop. Präparat negativ. Impfstrich auf sauerm Agar nach 7 Tagen noch negativ.	Titer 13,3 ccm N.-S. Präparat und Impfstrich negativ.	Titer 13,4 ccm N.-S. Präparat und Impfstrich negativ.

Tag	Zitronensaft + 0 ‰ Benzoesäure	1 ‰ Benzoesäure	2 ‰ Benzoesäure	3 ‰ Benzoesäure
28.	Titer von 1 ccm Saft 10,3 ccm $^1/_{10}$ N.-Säure. Schimmel hat sich stark vermehrt.	Titer 15,1 ccm $^1/_{10}$ N.-S. Mikroskop. Präparat und Impfstrich negativ. Makroskop. noch gar keine Änderung.	Titer 15,3 ccm $^1/_{10}$ N.-S. Übrigens wie hierneben.	Titer 15,2 ccm N.-S. Übrigens wie hierneben.
32.	Titer nicht mehr bestimmt.	Titer 15,8 ccm $^1/_{10}$ N.-S. Status quo.	Titer 15,3 ccm N.-S. Status quo.	Titer 15,3 ccm N.-S. Status quo.
56.	Status quo.	Präparat und Impfung wieder negativ.	Wie hierneben.	Wie hierneben.
70.	Der Schimmel füllt fast das ganze Kölbchen.	Titer von 1 ccm Saft, 19,6 ccm $^1/_{10}$ N.-S. Mikroskop. Präparat und Impfstrich negativ. Geruch und Geschmack nicht geändert.	Titer 17,88 ccm $^1/_{10}$ N.-Säure. Übrigens wie hierneben.	Titer 17,2 ccm $^1/_{10}$ N.-Säure. Übrigens wie hierneben.

Die Zunahme der Azidität des Saftes mit 1‰, 2‰ und 3‰ erklärt sich durch Wasserverdunstung; die Abnahme der Azidität des Saftes ohne Benzoesäure durch Konsum von Zitronensäure durch den Schimmel.

Resultat: Zitronensaft ohne Benzoesäure zeigte am 5. Tag Schimmel.

Aus Zitronensaft mit 1‰ Benzoesäure konnten nach 10 Wochen weder Bakterien noch Schimmel gezüchtet werden. Geruch und Geschmack waren gar nicht geändert, auch der Titer war nicht zurückgegangen. Nur die schwach gelbgrüne Farbe des frischen Saftes war in eine hellgelbe umgewandelt.

Derselbe Versuch wurde nun wiederholt, aber jetzt wurde der Zitronensaft nach Schütteln mit Talcum Venetum durch Papier filtriert. Filtrat war eine ziemlich klare Flüssigkeit mit einer weißlichen Trübung. Der nach diesem Verfahren erhaltene Saft war viel klarer als der Saft in dem ersten Versuch. In der Industrie wird der Zitronensaft immer mit Talcum Venetum geklärt.

In Kölbchen stellte ich mir nun Zitronensaft her mit resp. 0‰, 1‰ und 2‰ Benzoesäure. Die Kölbchen wurden wieder ohne Stöpsel im Zimmer aufgestellt.

Die Aziditäten dieser Säfte waren:

1 ccm	Zitronensaft	ohne Benzoesäure	11,5 ccm	$^1/_{10}$	Normalsäure
1 ccm	„	mit 1‰ „	11,6 ccm	„	„
1 ccm	„	mit 2‰ „	11,7 ccm	„	„

Nach 24 Stunden hatte sich kein Bodensatz gebildet wie im vorigen Versuch, nur fanden wir auf dem Boden Spuren von Talcum.

Tag	Zitronensaft ohne Benzoesäure	+ 1‰ Benzoesäure	+ 2‰ Benzoesäure
3.	Saft stark trüb; dicker, weißer Bodensatz. Zitronensaftgeruch ist verschwunden. Gärungsgeruch. Ein mikroskopisches Präparat zeigt Saccharomyces (viel Ähnlichkeit mit Saccharomyces ellipsoideus). Auf Agar übergeimpft.	Keine Änderung.	Keine Änderung.

Tag	Zitronensaft ohne Benzoesäure	+ 1 ‰ Benzoesäure	+ 2 ‰ Benzoesäure
6.	Bodensatz und Trübung stärker geworden. Der Saft hat sich nicht verfärbt.	Kein Bodensatz. Keine Trübung. Keine Geschmack- oder Geruchsänderung.	Wie hierneben.
34.	Titer 11,5 ccm $^1/_{10}$ Normalsäure pro ccm Saft.	Titer 12,0 ccm $^1/_{10}$ N.-S. Kein Bodensatz. Keine Geschmackänderung. Starke Gelbfärbung.	Titer 12,2 ccm $^1/_{10}$ N.-S. Wie hierneben.

Resultat: Auch hier war also Zitronensaft sehr gut mit 1 ‰ Benzoesäure zu konservieren. Der Titer des Saftes ohne Benzoesäure war am 34. Tag noch der gleiche als im Anfang des Versuches.

Während hier Zitronensäure verbraucht worden war, war die Konzentration durch Verdunstung doch die gleiche geblieben.

* * *

Die vorliegende Arbeit ist unter Verwendung eines Reisestipendiums aus dem Stokvis Fonds im Hygienischen Institut der Universität Würzburg ausgeführt. Mein verehrter Lehrer Herr Professor Dr. R. H. Saltet, Vorstand des Hygienischen Instituts Amsterdam, hatte mir empfohlen, mich in Würzburg womöglich mit einer Studie über Benzoesäure zu beschäftigen und speziell den Einfluß derselben auf die Sporenkeimung zu studieren. Ich fand in Würzburg bei Herrn Professor Dr. K. B. Lehmann eine sehr freundliche Aufnahme, ein bereitwilliges Eingehen auf meine Wünsche und vielfache Anregung und Förderung bei der Ausarbeitung des Themas. Nachdem die Arbeit in Würzburg im wesentlichen abgeschlossen war, habe ich im Hygienischen Institut in Amsterdam noch einige Ergänzungsversuche gemacht.

Ich gestatte mir, sowohl Herrn Professor Dr. Saltet als Herrn Professor Lehmann für alle Förderung und Hilfe meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Zusammenfassung der Resultate.

1. Der zur Hemmung des Wachstums benötigte Gehalt an Benzoesäure ist für alle sechs untersuchten Bazillenstämme der gleiche. (Bac. mesent., mycoid., subtilis, »Bac. aus Boden«, »Bac. aus Heu« und »Bac. von Kartoffeln«.)

2. Es macht keinen Unterschied, ob man frisch gezüchtete oder lang im Laboratorium kultivierte Stämme verwendet.

3. Bazillen und Sporen werden immer bei den gleichen Konzentrationen der Benzoesäure in der Entwicklung gehemmt. Es besteht also keine besondere Empfindlichkeit der Sporen gegenüber den Bazillen gegen Benzoesäure, und es geht nicht an, etwa durch Zusatz sehr kleiner Benzoesäuremengen zu Konserven die Keimung der Sporen in spezifischer Weise verhindern zu wollen.

4. Diese störende Dose beträgt für den üblichen streng neutralisierten Fleischextraktpeptonagar 3 ‰.

5. Nur ein kleiner Teil dieser Benzoesäure übt die desinfizierende Wirkung aus, der größte Teil wird durch die Eiweißsubstanzen der Nährböden, die leicht Säure festlegen, zu unwirksamen Stoffen gebunden. Dieser große Teil (etwa $^4/_5$) der Benzoesäuremenge läßt sich darum ganz glatt teilweise oder ganz durch die gleiche Menge anderer Säuren, die selbst nicht spezifisch desinfizierend wirksam zu sein brauchen, aber stärker sind als Benzoesäure, z. B. Weinsäure oder Schwefelsäure, ersetzen.

6. Mit steigendem Weinsäure- oder Schwefelgehalt nimmt daher die Menge der notwendigen Benzoesäure stark ab. Zahlenreihen im Text.

7. Benzoesäure eignet sich schlecht zur Konservierung von eiweißhaltigen, neutral reagierenden Substanzen.

8. Benzoesäure eignet sich ausgezeichnet zur Konservierung von eiweißarmen, sauer reagierenden Substanzen.

9. Benzoesäure dankt ihre desinfizierende Kraft ihrer Lipoidlöslichkeit; sie wirkt desinfizierend als ungespaltenes Molekül.

10. Benzoesäure verringert die Toxinbildung von Bac. botulinus, je mehr Benzoesäure sich im Nährboden befindet, desto

weniger Gift wird gebildet. Daß eine Benzoesäurekonzentration existiert, bei welcher die Toxinbildung vollkommen aufhört, die Bazillen sich aber noch vermehren, ist möglich, doch wird sie jedenfalls so dicht bei der Benzoesäurekonzentration liegen, bei welcher das Bazillenwachstum gehemmt ist, daß es praktisch ganz ohne Bedeutung ist.

11. Stärkekleister mit 2‰ Benzoesäure ist während wenigstens zweier Monate absolut haltbar.

12. Appreturmasse ist mit 2‰ Benzoesäure sehr gut zu konservieren (Versuchsdauer 2 Monate).

13. Zitronensaft läßt sich mit 1‰ Benzoesäure sehr schön konservieren (Versuchsdauer mehr als 2 Monate).

14. In neutralen Nährböden, die größtenteils aus Wasser bestehen und eiweißartige Stoffe enthalten, ist Zimtsäure kein brauchbares Konserviermittel. Über die Brauchbarkeit in sauren Lösungen sind keine Versuche von mir gemacht.

Literaturverzeichnis.

1. K. B. Lehmann und R. O. Neumann, Atlas und Grundriß der Bakteriologie und bakt. Diagnostik. 5. Aufl.
2. K. B. Lehmann, Die Hygienischen Untersuchungsmethoden. 2. Aufl.
3. L. Heim, Lehrbuch der Bakteriologie.
4. Ducland, Traité de Microbiologie.
5. R. H. Saltet, Gezondheidsleer.
6. Kolle und Hetsch, Die experimentelle Bakteriologie.
7. Kolle-Wassermann, Handbuch der pathogenen Mikroorganismen.
8. J. Belser, Studien über verdorbene Gemüsekonserven (Archiv für Hygiene Bd. LIV, S. 107—148).
9. R. Aderhold, Über die Verderber von Gemüsekonserven (Zentralbl. f. Bakt. II. Abt., Bd. V, S. 17).
10. v. Wahl, Über Verderber von Gemüsekonserven (Zentralbl. f. Bakt. II. Abt., Bd. 16, S. 489).
11. K. B. Lehmann, Die neuesten Arbeiten über Bestimmung, Konservierungskraft und Zulässigkeit der Benzoesäure (1908—1911). (Chemiker-Zeitung 1911, Nr. 140, S. 1297.)
12. A. Hatzfeld, Beitrag zur desinfizierenden Wirkung der Benzoesäure und Salizylsäure. 1908. Inaugural-Dissertation, Würzburg.
13. F. Warr, Beitrag zur Desinfektionswirkung organischer Säuren. Inaugural-Dissertation, Heidelberg.
14. Gerlach, Physiologische Wirkungen der Benzoesäure und des benzoesauren Natrons. (Verlag von H. Staadt, Wiesbaden 1909.)
15. Rosenblatt und Rozenband, Über den paralysierenden Einfluß gewisser Säuren (Benzoesäure und Salizylsäure) auf die alkoholische Gärung. Chem. Zentralbl. 1909, II, S. 1363.
16. Lührig und Sartori, Gärungshemmungen zuckerhaltiger Lösungen durch Konservierungsmittel. Chem.-Ztg. Repert 1908, S. 671.
17. W. Frei, Versuche über Kombination von Desinfektionsmitteln. Zeitschrift f. Hygiene und Infektionskrankheiten Bd. 75, S. 433.
18. Dr. Christian, Die biologische Wirkung der Desinfektion durch vereinigte Wirkung gesättigter Wasserdämpfe und flüchtige Desinfektionsmittel bei künstlich erniedrigtem Luftdruck.
19. Sendtner, Über Zitronensäfte des Handels. 1902.
20. Spaeth, Über Untersuchung und Zusammensetzung von Zitronensäften. 1902.

21. Beythien, Über Zitronensaft. Zeitschr. f. Untersuch. der Nahrungs- und Genußmittel 1906, Bd. 11, S. 101.
22. Fischer, Über eine Massenerkrankung an Botulismus infolge Genusses verdorbener Bohnenkonserven. 1907.
23. E. Pfuhl, Die Züchtung der anaeroben Bakterien in Leberbouillon sowie in Zuckerbouillon und in gewöhnlicher Bouillon. Zentralbl. f. Bakt. I. Abt., Bd. 44, 1907, S. 378.
24. R. H. Saltet en Zeehandelaar, Werking van formaline en salicylzuur op de vorming van Botulinustoxine. Pharmaceut. Weekblad 1911, bl. 1337.
25. Lafar, Handbuch der Technischen Mykologie Bd. IV.

ccm We	20,5								24,6						28,7				32,8	
ccm Ben	0		2,05		4,10		6,15		0		2,05		4,1		0		2,05		0	
	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp
1	+	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—
2	+	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—
3	+	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—
4	+	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—

ccm We	20,5								24,60						28,7				32,8	
ccm Ben	0		2,05		4,10		6,15		0		2,05		4,1		0.		2,05		0	
	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp
1	+	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—
2	+	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—
3	+	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—
4	+	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—

ccm We	20,5								24,6						28,7				32,8	
ccm Ben	0		2,05		4,10		6,15		0		2,05		4,1		0		2,05		0	
	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp
1	+	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—
2	+	+	+	+	+	+	—	—	+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—
3	+	+	+	+	+	+	—	—	+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—
4	+	+	+	+	+	+	—	—	+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—

Tabelle I. Bacillus aus Kartoffel.

ccm Normal-Weinsäure pro l	0						4,1				8,2				12,3				16,4				20,5				24,6			28,7		32,8
ccm Normal-Benzoesäure pro l	0	8,20	16,4	20,5	22,55	24,60	16,4	18,45	20,5	22,55	8,20	12,30	14,35	16,40	8,20	10,25	12,30	14,35	0	4,10	6,15	8,20	0	2,05	4,10	6,15	0	2,05	4,1	0	2,05	0
	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp
1 × 24 St	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	— —	+ +	— —	— —
2 × 24 St	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	— —	+ +	— —	— —
3 × 24 St	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	— —	+ +	— —	— —
4 × 24 St	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	— —	+ +	— —	— —

Tabelle II. Bacillus aus Heu.

ccm Normal-Weinsäure pro l	0						4,1				8,2				12,3				16,4				20,5				24,60			28,7		32,8
ccm Normal-Benzoesäure pro l	0	8,20	16,4	20,50	22,55	24,60	16,4	18,45	20,5	22,55	8,20	12,30	14,35	16,40	8,20	10,25	12,30	14,35	0	4,10	6,15	8,20	0	2,05	4,10	6,15	0	2,05	4,1	0	2,05	0
	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp
1 × 24 St	+ +	+ +	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	— —	+ +	— —	— —
2 × 24 St	+ +	+ +	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	— —	+ +	— —	— —
3 × 24 St	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	— —	+ +	— —	— —
4 × 24 St	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	— —	+ +	— —	— —

Tabelle III. Bacillus aus Boden.

ccm Normal-Weinsäure pro l	0						4,1				8,2				12,3				16,4				20,5				24,6			28,7		32,8
ccm Normal-Benzoesäure pro l	0	8,20	16,4	20,5	22,55	24,60	16,4	18,45	20,5	22,55	8,20	12,30	14,35	16,40	8,20	10,25	12,30	14,35	0	4,10	6,15	8,20	0	2,05	4,10	6,15	0	2,05	4,1	0	2,05	0
	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp	Ba Sp
1 × 24 St	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	— —	+ +	— —	— —
2 × 24 St	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	— —	+ +	— —	— —
3 × 24 St	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	— —	+ +	— —	— —
4 × 24 St	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	— —	— —	+ +	+ +	— —	+ +	— —	— —

Druck und Verlag von R. Oldenbourg in München und Berlin.

ccm We	20,5								24,6						28,7				32,8	
ccm Benz	0		2,05		4,10				0		2,05		4,10		0		2,05		0	
	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp
1 ×	+	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—
2 ×	+	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—
3 ×	+	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—
4 ×	+	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—

ccm Benz	20,5								24,6						28,7				32,8	
ccm We	0		2,05		4,10				0		2,05		4,10		0		2,05		0	
	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp
1 ×	+	+	+	+	—	—			+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—
2 ×	+	+	+	+	—	—			+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—
3 ×	+	+	+	+	—	—			+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—
4 ×	+	+	+	+	—	—			+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—

ccm Wei	20,5				24,6			28,7		32,8
ccm Benz	0	2,05	4,10	6,15	0	2,05	4,10	0	2,05	0
	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba
1 ×	+	+	+	—	+	+	—	+	—	—
2 ×	+	+	+	—	+	+	—	+	—	—
3 ×	+	+	+	—	+	+	—	+	—	—
4 ×	+	+	+	—	+	+	—	+	—	—

Tabelle IV. Bacillus mesentericus.

ccm Normal-Weinsäure pro l	0												4,1								8,2								12,3								16,4							
ccm Normal-Benzoesäure pro l	0		8,2		16,4		20,5		22,55		24,6		18,45		20,5		22,55		24,6		8,2		12,30		14,35		16,40		6,15		8,2		10,25		12,30		0		4,10		6,15		8,2		
	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp
1 × 24 St	+	+	+	+	+	+	+	·	—	—	·	—	+	+	+	+	+	+	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+	+	—	—	—	—	—
2 × 24 St	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+	+	—	—	—	—	—
3 × 24 St	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+	+	—	—	—	—	—
4 × 24 St	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	·	—	+	+	+	+	+	+	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+	+	—	—	—	—	—

Tabelle V. Bacillus subtilis.

ccm Normal-Benzoesäure pro l	0												4,1								8,2								12,3								16,4							
ccm Normal-Weinsäure pro l	0		8,2		16,4		20,5		22,55		24,6		16,4		18,45		20,5		22,55		8,2		12,30		14,35		16,40		6,15		8,2		10,25		12,30		0		4,10		6,15		8,2		
	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp	Ba	Sp
1 × 24 St	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+	+	—	—	—	—	—
2 × 24 St	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+	+	—	—	—	—	—
3 × 24 St	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+	+	—	—	—	—	—
4 × 24 St	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+	+	—	—	—	—	—

Tabelle VI. Bacillus mycoides.

ccm Normal-Weinsäure pro l	0						4,1				8,2				12,3				16,4				20,5				24,6			28,7		32,8
ccm Normal-Benzoesäure pro l	0	8,2	16,4	20,5	22,55	24,6	16,4	18,45	20,5	22,55	8,2	12,30	14,35	16,40	6,15	8,2	10,25	12,30	0	4,10	6,15	8,2	0	2,05	4,10	6,15	0	2,05	4,10	0	2,05	0
	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	B6	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba	Ba
1 × 24 St	+	+	+	+	—	—	+	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+	—	+	+	+	—	+	+	—	+	—	—
2 × 24 St	+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+	—	+	+	+	—	+	+	+	—	+	+	—	+	—	—
3 × 24 St	+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+	—	+	+	+	—	+	+	+	—	+	+	—	+	—	—
4 × 24 St	+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+	—	+	+	+	—	+	+	+	—	+	+	—	+	—	—

Druck und Verlag von R. Oldenbourg in München und Berlin.

Über den Einfluß des Alkoholgenusses auf Bakterizidie, Phagozytose und Resistenz der Erythrozyten beim Menschen.

Von

H. W. Reich.

(Aus dem Hygienischen Institut der Universität München.)

(Bei der Redaktion eingegangen am 7. Januar 1915.)

Die experimentelle Forschung hat sich außerordentlich viel Mühe gegeben, den Einfluß des Alkohols auf den Verlauf der Infektionsprozesse und die Abwehreinrichtungen des Organismus gegen Infektionserreger klarzustellen. Die meisten dieser Versuche wurden an Tieren gemacht.

Um ausgesprochenere Wirkungen zu erzielen, arbeitete man anfangs fast nur mit großen Dosen. 4,0 bis 12,0 g Alc. absolutus pro kg et die beim Tier sind beim Menschen ungefähr gleich 7 bis 25 l Bier. Daß nach diesen Alkoholmengen beim ungewöhnten Tier fast nur deletäre Wirkungen erzielt wurden, ist nicht zu verwundern und bestätigt nur die Erfahrungen bei Säufern. Im einzelnen haben beobachtet: Abbot u. Bergey Verminderung der hämolytischen Kraft beim Kaninchen durch tägliche größere Alkoholgaben, ebenso Déléarde Herabsetzung der Widerstandsfähigkeit gegen Milzbrand-, Tollwut- und Tetanusbazillen, Friedberger gegen Vakzine, Goldberg Abnahme der natürlichen Immunität der Tauben gegen Milzbrand, Kern bei Meerschweinchen Steigerung der Disposition zu Tuberkulose,

Abbot sowie Rubin bei Kaninchen ungünstiger Einfluß auf die Infektion mit Streptokokken, Pneumokokken, Staphylokokken und bact. coli, Platania Aufhebung der Milzbrandimmunität bei Hunden, Tauben und Fröschen, Kruschilin bei Kaninchen Herabsetzung der Phagozytose von Staphylokokken, Subtilis- und Anthraxsporen, Laitinen bei Hunden, Kaninchen, Meerschweinchen, Hühnern, Tauben Herabsetzung der Widerstandsfähigkeit gegen Milzbrandbazillen, Tuberkelbazillen und Diphtherietoxin, P. Th. Müller Verminderung der Agglutininbildung gegen Typhusbazillen bei Kaninchen, Nocard u. Roux höhere Empfänglichkeit für Rauschbrand, Platania höhere Empfänglichkeit für Milzbrand, Thomas rascheres Erliegen von Kaninchen nach Injektion von Cholerakulturen, Trommsdorf Verminderung der Bildung spezifischer hämolytischer und bakterizider Rezeptoren bei Meerschweinchen, Hemmung der Agglutininbildung, Störung in der Regeneration der Alexine, Valagussa und Raneletti Herabsetzung der Widerstandsfähigkeit gegen Diphtherie, Wurtz und Hudelo Durchdringen der normalen Bakterien durch die Darmwand und Peritonitis bei berauschten Kaninchen. Dagegen konnten Friedberger und Doepner (15.) keine Verminderung der Resistenz ihrer Versuchstiere (Kaninchen) gegen hämolytische Sera nachweisen. Alle diese Angaben beziehen sich auf Tiere, welche täglich und durch längere Zeit Alkohol in größeren Mengen bekommen hatten. Eine einmalige berauschende Dosis hat nach den Experimenten von Binz und C. Fränkel eine günstige Wirkung, wenn sie vor oder kurz nach der Infektion gegeben wird.

Auch nach Darreichung von mittleren Alkoholmengen (ca. 1,5 bis 5,0 g Alc. abs. pro kg et die = 2 bis 8 l Bier beim Menschen) wurden nachteilige Wirkungen auf die Immunitätsvorgänge beobachtet, von Friedenwald Neigung zu Abortus mit folgender Sepsis bei den Alkoholtieren, von Goldberg Abschwächung der Milzbrandimmunität bei Tauben, von Kögler Herabsetzung der angeborenen Immunität von Meerschweinchen gegen den Friedländerschen Pneumoniebazillus, von Kruschilin

(s. o.) Abschwächung der Phagozytose von Staphylokokken und Subtilis- und Anthraxsporen bei Kaninchen, Laitinen (s. o.), P. Th. Müller (s. o.), Parkinson Absinken des opsonischen Index bei Kaninchen, von Trommsdorff (s. o.). Dagegen fand C. Fränkel auch bei durch längere Zeit gegebenem Alkohol (allerdings nur jeden dritten Tag!), daß „die Fähigkeit des Tieres, ein Serum mit spezifischen Eigenschaften zu liefern, nicht verringert, sondern immer noch, wenn auch in bescheidenem Maße, erhöht" war. Dagegen konnte Friedberger nur bei einmaliger Alkoholintoxikation eine Steigerung der Antikörperbildung konstatieren, bei längerer Alkoholbehandlung erlitt sie auch bei kleinen Dosen eine deutliche Herabsetzung.

Uhlenhuth u. Manteufel haben gefunden, daß der Alkohol an sich die Resistenz der Hühner gegen Spirochäteninfektion nicht wesentlich herabsetzt, daß er aber bei den Alkoholtieren die Atoxyltherapie häufig zu einem letal verlaufenden Eingriff macht.

Von einigen Autoren, Goldberg, Kern, Kögler und Thomas (s. o.), wurden auch noch bei kleinen und kleinsten Alkoholgaben auf die Dauer schädigende Wirkungen beobachtet. Besonders zahlreiche Versuche hat hierüber Laitinen gemacht. An ca. 600 Versuchstieren (Kaninchen und Meerschweinchen), die pro kg et die 0,1 bis 0,3 ccm Alc. abs. = ¼ bis ¾ l Bier beim Menschen erhielten, untersuchte er u. a. Hämolysierbarkeit des Blutes, Bakterizidie, OH-Ionenkonzentration und Infektion mit Diphtherie und Kaninchenseuche. Übereinstimmend mit Abbot und Bergey und Trommsdorff fand er eine Verminderung der hämolytischen Wirkung des Blutserums um 20 bis 30% gegenüber den Kontrolltieren. Dagegen sind bei seinen Untersuchungen über Bakterizidie keine deutlichen Unterschiede zwischen Alkohol- und Kontrolltieren zu beobachten gewesen, und auch die übrigen Versuche ergaben keine deutlichen Ausschläge. Ähnlich berichten andere Autoren wie Abbot und Gildersleve, Kruschilin, Leva, Parkinson, Trommsdorff, daß kleine Alkoholmengen (bis 1,5 pro kg et die) keine nachteiligen Wirkungen auf den Tierkörper haben.

Der erste, welcher ausgedehnte derartige Beobachtungen am Menschen angestellt hat, ist Laitinen[1]). Er kommt zum Schluß, daß auch kleine Alkoholmengen die Immunität deutlich beeinträchtigen können. Das Material bestand aus 223 Personen verschiedensten Standes und Geschlechts. Laitinen unterscheidet „Trinker", Leute, die überhaupt Alkohol in irgendeiner Form und Menge genossen haben, und „Abstinente", welche niemals Alkohol zu sich genommen haben. Seine Unterscheidung ist also eine überaus strenge. Nur in einzelnen Fällen macht er noch einen Unterschied zwischen „Trinker", „Mäßige" und „Abstinente". Unter den „Trinkern" Laitinens befanden sich jedenfalls viele „höchst mäßige Alkoholkonsumenten".

Um so beachtenswerter ist es, daß die Mittelzahlen der Versuche Laitinens deutliche Unterschiede zwischen den beiden Gruppen aufweisen.

1. Die Resistenz der roten Blutkörperchen des Menschen gegenüber normalem oder Immunserum von Kaninchen wurde bei „Trinkern" etwas geringer gefunden als bei Abstinenten. 2. Die hämolytische Kraft des normalen menschlichen Blutserums gegen Kaninchenerythrozyten ist bei Abstinenten größer als bei Trinkern. Durch die geringsten Mengen Alkohol wird sie vermindert. 3. Die hämolytische Kraft des Blutserums gegenüber von mit Immunserum präparierten Erythrozyten wurde in stärkeren Konzentrationen bei den „Trinkern" größer gefunden als bei den Alkoholfreien, in schwächeren Konzentrationen kleiner. 4. Das Blutserum der Abstinenten zeigte eine größere bakterientötende Kraft gegenüber Typhusbazillen als das der „Trinker". 5. Versuche mit der Präzipitinreaktion (Fällung von menschlichem Serum mit Antimenschen-Kaninchenserum) ergaben keine eindeutigen Resultate. Sie schien bei „Trinkern" eher größer zu sein als bei Abstinenten.

Die Befunde Laitinens gaben den Anlaß zu meinen eigenen Untersuchungen. Auch sie wurden ausschließlich am Menschen angestellt. Die Personen sollten genauer, als dies Laitinen ge-

[1]) Ausführlicher Bericht in der Internat. Monatsschrift zur Erforschung des Alkoholismus und Bekämpfung der Trinksitten 1913, S. 161.

tan hat, gruppiert werden, je nachdem sie niemals oder nur ausnahmsweise oder regelmäßig in kleinen oder großen Mengen Alkohol zu sich nehmen. Da Alter, Geschlecht, Beruf und Lebenslage, körperliche Entwicklung, Ernährungszustand, Kost, vorangegangene Krankheiten u. a. Einfluß auf die Reaktionen haben konnten, sollten die Versuchspersonen körperlich genau untersucht und einer möglich sorgfältigen Anamnese unterworfen werden.

Von vorneherein war beabsichtigt, nur Studenten zu untersuchen, Personen von annähernd gleichem Alter, gleichem Beruf, gleicher Lebenslage in voller Gesundheit, um ein Material zu bekommen, bei dem die Unterscheidung nach dem Alkoholverbrauch nicht zugleich auch eine Scheidung nach anderen Momenten herbeiführt. In bezug auf den Alkohol sollten mit den Abstinenten und solchen Personen, welche nur ausnahmsweise kleine Mengen Alkohol zu sich nehmen, hauptsächlich solche Personen verglichen werden, welche täglich Alkohol zu sich nehmen, aber nur in kleinen Mengen; da es praktisch die wichtigste Frage ist, ob schon der regelmäßige Genuß von geistigen Getränken innerhalb jener Grenzen, die heute als wohlanständig, unschädlich, ja zuträglich gelten, bei exakter Untersuchung schädliche Wirkungen erkennen lasse. Über die Schädlichkeit reichlichen Alkoholgenusses besteht kein Zweifel.

Leider ließ sich dieser Plan nicht durchführen. Im Laufe der Untersuchungen stellte es sich immer deutlicher heraus, daß sich eine genügende Anzahl von mäßig trinkenden Studenten nicht zur Verfügung stellen werde. Ich war daher gezwungen, auch Nichtstudenten heranzuziehen und nicht allein völlig gesunde Personen, sondern auch Krankenhauspfleglinge, die sich in der Genesung befanden oder gegenwärtig an leichteren Erkrankungen litten, zu untersuchen. Auch so blieb die Zahl der zur Untersuchung geeigneten Mäßigen leider sehr gering. Unter diesen Umständen hielt ich es für geraten, meine Beobachtungen auch auf Trinker und Säufer auszudehnen, deren ich in der psychiatrischen Universitätsklinik habhaft werden konnte. Auch über ihre natürliche Resistenz ist ja experimentell bisher fast nichts bekannt.

Es sei gleich an dieser Stelle den Herren Professoren v. Müller und Kraepelin für ihr Entgegenkommen, durch das mir Untersuchungen an ihren Kliniken ermöglicht wurden, ergebenster Dank abgestattet.

Im ganzen wurden 147 Personen körperlich und anamnestisch aufgenommen. 134 Personen wurden experimentell untersucht, während 13 aus verschiedenen Gründen ununtersucht bleiben mußten. Die wichtigsten Daten über die 134 wirklich untersuchten Personen finden sich im Anhang verzeichnet.

Nach dem Alkoholgenuß wurden die Versuchspersonen in folgende Gruppen eingeteilt:

I. A = „Abstinente“: haben nie oder seit mindestens drei Monaten keinen Alkohol genossen.

II. Sm = „sehr Mäßige“: trinken nur in sehr geringen Quantitäten (bis 0,5 g auf kg und Tag) und nie täglich Alkohol.

III. M = „Mäßige“: nehmen Alkohol täglich zu sich, aber in kleinen Quantitäten (bis höchstens 1 l Bier oder ⅓ l Wein = 0,5 g Alc. abs. auf kg und Tag).

IV. Tr = „Trinker“: trinken täglich bis zu 3 l Bier oder 1 l Wein (= 1,5 g auf kg und Tag).

V. S = „Säufer“: konsumieren täglich mehr als 1,5 g Alkohol. absolut. auf kg und Tag.

Nach dem ursprünglichen Plane sollten die Versuchspersonen geprüft werden in bezug auf Bakterizidie, Phagozytose, Tuberkulinreaktion, Vakzination und Resistenz der roten Blutkörperchen.

Die Tuberkulin- und die Vakzinereaktion sollten dazu dienen, auch Aufschluß über das Verhalten der Gewebe zu erhalten. Leider stellte sich bald heraus, daß der Plan auch in dieser Richtung aus äußeren Gründen nicht durchführbar war. Sowohl die Kutanreaktion nach v. Pirquet und die Ophthalmoreaktion nach Calmette und Wolff-Eisner als auch die Revakzination hätten nur bei andauernder klinischer Beaufsichtigung und Beobachtung zu zuverlässigen Resultaten führen können. Dies war aber bei den größtenteils ambulanten Versuchspersonen nicht durchzuführen. Immerhin scheint aus ca. 20 gewonnenen Kurven hervorzugehen,

daß wesentliche Unterschiede durch den Alkoholgenuß nicht bedingt werden; mehrere bei stärkerem Alkoholgenuß auffallende Vasomotorenreaktionen blieben ohne bemerkenswerten Einfluß auf den weiteren Verlauf der Kurven.

So blieb also nur das Blut als Untersuchungsobjekt übrig.

Methodisches.

Die Blutentnahme. In das mit reinstem Äther sorgfältig gereinigte Ohrläppchen wurde seitlich ein ergiebiger Schnitt geführt und die hervortretenden Blutstropfen mit nach Schottelius armierten sterilen Wattebäuschchen aufgesaugt und alsbald in den zugehörigen sterilen Zentrifugengläschen auszentrifugiert.

Aus demselben Schnitt wurden zugleich einige Tropfen in „Zitratlösung" (physiologische Kochsalzlösung mit 0,75% Natr. citricum) aufgefangen und ebenfalls baldigst zentrifugiert.

Aus dem ersten Gläschen wurden bis zu 2 ccm Serum gewonnen, aus dem zweiten die nötige Menge weiße Blutkörperchen. Diese wurden noch zweimal mit physiologischer Kochsalzlösung gewaschen, um auch die letzten Spuren von Serum zu entfernen. Innerhalb zwei Stunden vom Augenblick der Entnahme an mußten jedesmal Serum und Blutkörperchen gebrauchsfertig sein und zur Verarbeitung kommen. Das Serum ist ja viel länger haltbar (nach den Untersuchungen von H. Buchner bis zu 16 Tagen), aber die Leukozyten verlieren schon nach einigen Stunden ihre normale Reaktionsfähigkeit.

Zur Resistenzprüfung der Erythrozyten wurde das Blut aus der Fingerbeere mit kleiner Pipette bis zur Marke 0,05 aufgesogen und dann in den entsprechenden Zentrifugengläschen mit der Kochsalzlösung vermischt (siehe später).

Phagozytose. Die Freßtätigkeit der weißen Blutkörperchen wurde teils nach der von Wright angegebenen Methode, teils nach der Methode Ohkubos geprüft.

Als Bakterien kamen zur Anwendung lebende Typhusbazillen aus ca. 8 Stunden alten Agarkulturen und abgetötete Tuberkelbazillen, die von den Höchster Farbwerken bezogen waren. Die Emulsionen wurden möglichst gleichmäßig mit physiologischer Kochsalzlösung hergestellt nach einem Vergleichsröhrchen mit einer Baryumsulfataufschwemmung, deren Opaleszenz bzw. Trübung durch vielfaches Ausprobieren ungefähr einer Bakterienkonzentration von 10 Millionen im mm^3 entsprach.

Färbung nach Giemsa bzw. Ziehl-Neelsen. Durchzählung von je 200 polymorphkernigen Leukozyten.

Bakterizidie. Das gewöhnlich nachmittags gewonnene Serum kam nach Ablauf der Phagozytoseversuche über Nacht in den Eisschrank und wurde am folgenden Tag zu bakteriziden Versuchen verwendet.

Am Vorabend waren frische Agarkulturen von Typhusbazillen angelegt worden, welche nach ca. 16 Stunden zur Anwendung kamen.

Die bakteriziden Versuche wurden in der im hiesigen Institut üblichen Weise angestellt.

Mit einer Mischung von physiologischer Kochsalzlösung (9 Teile) und Bouillon (1 Teil) wurde zunächst die Bakterienemulsion hergestellt, und zwar in solcher Verdünnung, daß in dem letzten zum Versuch selbst verwendeten Röhrchen auf 1 ccm ca. 100000 Typhusstäbchen kamen. Aus diesem Röhrchen wurden je 0,1 mit dem verdünnten Serum vermischt.

Das Serum wurde in zwei Verdünnungen angewendet: 1 : 10 und 1 : 20. Es wurden also miteinander gemischt 0,8 (bzw. 0,85) physiologische Kochsalzlösung, 0,1 (bzw. 0,05) Serum und 0,1 Bakterienemulsion.

Sofort nach der Mischung wurden Gelatineplatten mit je 0,1 ccm des Serumbakteriengemisches gegossen. Auf jede Platte kamen nach Maßgabe der ursprünglichen Aussaat ca. 1000 Bakterien.

Die Röhrchen wurden dann in den Brutschrank von 37° gestellt und nach 1 Stunde und nach 7 Stunden neue Gelatineplatten mit je 0,1 des Gemisches gegossen.

Nach zwei- bis dreimal 24 Stunden Aufenthalt der Platten im Brutschrank von 22° erfolgte die Auszählung der Kolonien.

Die Resistenzprüfung der roten Blutkörperchen. Die von L. v. Liebermann und Fillinger angegebene Methode wurde in folgender Weise angewendet:

Zunächst wurden zwei sorgfältig gereinigte Zentrifugengläser bereitgestellt. In das erste kamen 2 ccm physiologische Kochsalzlösung, in das zweite 1 ccm einer 0,5proz. Kochsalzlösung. In jedem wurden dann 0,05 ccm Blut innig gemischt und 2 Minuten sanft geschüttelt. Dann wurde auch das zweite Röhrchen mit 1,5 proz. Kochsalzlösung auf 2 ccm aufgefüllt, so daß nun auch hier eine ungefähr physiologische (ca. 1%) Kochsalzlösung resultierte. In Röhrchen II war das Blut also 2 Minuten unter der Einwirkung der hypotonischen Kochsalzlösung; in Röhrchen I könnte höchstens durch die mechanischen Prozeduren eine Schädigung der Erythrozyten eingetreten sein.

Danach wurden durch kräftiges, aber kurzes Zentrifugieren die roten Blutkörperchen rasch zu Boden geschlagen. Aus Röhrchen I wurde die Flüssigkeit abgegossen und durch das gleiche Volumen destilliertes Wasser ersetzt; es wurde so eine lackfarbene Blutlösung erhalten.

Von dieser Lösung wurden in rein weißen, gleich weiten Reagenzgläschen eine Reihe Verdünnungen mit destilliertem Wasser hergestellt, so daß je 1 ccm 100-, 50-, 25-, 12-, 6,5-, 3,25-, 1,6-, 0,8-, 0,4proz. Vergleichshämoglobinlösungen erhalten wurden.

Aus Röhrchen II (Originalhämolyse) wurde ebenfalls 1 ccm entnommen und in ein gleiches Reagenzgläschen gefüllt. Nun wurde auf weißem Papier durch Blick von oben untersucht, wieviel Prozent Hämoglobin ungefähr in Lösung gegangen waren, und zwar durch Vergleich mit den obigen Röhrchen. Dazwischenliegende Farbenwerte wurden schätzungsweise bestimmt.

Auf diese Weise konnte mit einiger Genauigkeit der Resistenzgrad der Erythrozyten bestimmt werden.

Ergebnisse.

In Tabelle 1 sind die Resultate der Bakterizidie- und Phagozytoseversuche nach ihrer zeitlichen Reihenfolge zusammengestellt.

Tabelle 1.

Tag des Versuches	Protokoll-Nr.	Alkoholgenuß	Bakterizidie: Serum 1:10 – Auf 1000 Typhusbazillen in der Aussaat noch lebend: nach 1 Std.	Bakterizidie: Serum 1:10 – nach 7 Std.	Bakterizidie: Serum 1:20 – nach 1 Std.	Bakterizidie: Serum 1:20 – nach 7 Std.	Phagozytose: Typhusbazillen – Phag. Index	Phagozytose: Typhusbazillen – Phag. Proz.	Phagozytose: Tuberkelbazillen – Phag. Index	Phagozytose: Tuberkelbazillen – Phag. Proz.
29. XI. 11	2	A	82	2	—	—	2,2	95	—	—
29. XI. 11.	3	A	573	60	—	—	2,8	97	—	—
29. XI. 11	4	Sm	200	10	370	100	2,4	93	1,7	68
29. XI. 11	5	A	156	0	100	5	2,8	99	—	—
30. XI. 11	6	A	700	∞	975	∞	3,8	98	3,3	83
30. XI. 11	7	M	285	49	520	25000	2,3	93	—	—
30. XI. 11	8	A	270	600	950	60000	3,6	96	—	—
2. XII. 11	11	A	300	0	525	25000	2,3	95	—	—
2. XII. 11	12	A	200	12	410	18	2,4	95	—	—
12. XII. 11	27	M	2	100	7	450	3,0	96	0,9	72
12. XII. 11	28	Tr	1	1	5	0	1,4	85	2,4	86
12. XII. 11	29	M	30	18	800	∞	2,3	97	1,4	82
29. XII. 11	19	A	8	200	160	10000	3,6	94	1,1	58
29. XII. 11	31	S	500	30000	700	40000	1,6	79	5,5	90
29. XII. 11	33	Tr	35	65	550	∞	2,5	87	2,7	65
2. I. 12	30	A	25	0	900	0	1,8	89	2,1	84
2. I. 12	32	Tr	300	25000	350	75000	0,5	36	4,5	78
2. I. 12	34	Tr	300	650	600	∞	0,8	57	0,9	40
2. I. 12	36	S	750	35	850	∞	1,9	63	2,4	83
2. I. 12	43	M	?	3	400	30000	4,2	70	2,5	81
5. I. 12	35	S	400	90	1200	∞	7,0	98	2,9	80
5. I. 12	37	S	270	25	560	1800	5,3	70	2,4	83
5. I. 12	38	S	280	∞	1500	∞	4,4	62	—	—
5. I. 12	42	Sm	70	0	600	100000	5,4	100	3,8	95
5. I. 12	44	M	25	0	—	—	3,6	65	3,1	86
8. I. 12	51	S	0	0	150	2	2,9	94	2,9	77
8. I. 12	52	M	0	0	?	?	2,6	93	3,2	88
8. I. 12	53	M	40	1	500	40	1,5	72	3,4	82
13. I. 12	56	M	0	0	18	8	—	—	3,0	89
13. I. 12	62	Tr	60	0	500	10000	3,1	82	1,0	33
18. I. 12	39	A	8	25	20	80	1,5	86	2,5	85
18. I. 12	54	Sm	50	0	180	8	3,0	93	1,6	88

Tabelle 1 (Fortsetzung).

Tag des Versuches	Protokoll-Nr.	Alkoholgenuß	Bakterizidie				Phagozytose			
			Serum 1:10		Serum 1:20		Typhusbazillen		Tuberkelbazillen	
			Auf 1000 Typhusbazillen in der Aussaat noch lebend							
			nach 1 Std.	nach 7 Std.	nach 1 Std.	nach 7 Std.	Phag. Index	Phag. Proz.	Phag. Index	Phag. Proz.
18. I. 12	55	Tr	250	7	750	1800	1,2	71	0,6	34
23. I. 12	45	M	200	0	410	200	5,0	100	3,3	93
23. I. 12	46	A	190	0	870	2000	2,9	91	2,0	96
23. I. 12	47	Tr	60	0	8000	15000	3,8	96	2,7	61
23. I. 12	48	M	50	0	800	40000	3,3	80	2,8	52
23. I. 12	49	S	620	1200	1600	∞	1,3	44	2,9	47
30. I. 12	1	A	220	0	300	56	1,5	84	3,2	89
2. II. 12	57	Tr	200	570	1100	50000	0,9	50	0,9	71
2. II. 12	58	M	150	680	600	18000	4,6	100	1,1	46
2. II. 12	59	S	15	1	1000	∞	0,8	48	0,6	30
2. II. 12	60	Sm	1	0	38	0	2,5	93	1,0	44
8. II. 12	17	Sm	0	0	30	70000	2,5	84	1,4	66
8. II. 12	18	M	18	700	250	∞	1,4	74	0,8	56
8. II. 12	40	A	0	0	0	25	3,8	98	2,0	68
8. II. 12	41	Sm	0	0	2	0	5,8	90	1,6	60
8. II. 12	61	A	0	0	15	2000	1,8	36	1,3	68
14. II. 12	63	Tr	0	0	0	10	4,3	98	1,9	54
14. II. 12	64	Sm	0	0	0	0	3,7	94	0,8	46
14. II. 12	65	Tr	0	0	0	20	4,6	94	1,3	42
21. II. 12	66	Tr	150	86	700	3500	1,2	46	0,3	28
21. II. 12	67	Tr	20	2	100	70	1,6	68	0,5	34

Zunächst seien die Versuche über die Phagozytose der Tuberkelbazillen besprochen.

Phagozytose der Tuberkelbazillen.

Bei den Versuchen mit den Tuberkelbazillen tritt zunächst ein höchst auffallender Unterschied zwischen den vor Februar 1912 und den im Februar 1912 angestellten Versuchen hervor. Die letzteren sind durchwegs viel ungünstiger ausgefallen; vermutlich deshalb, weil mit einer anderen Lieferung von Tuberkelbazillen gearbeitet wurde. Im Mittel von allen 45 Versuchen mit Tuberkelbazillen phagozytierten 68% der polymorphkernigen Leukozyten und trafen auf jeden Leukozyten 2 Tuberkelbazillen. Während nun unter 31 Versuchen vor dem Februar *21* ein über dem Mittel liegendes Phagozytenprozent und *22* einen über dem

Mittel liegenden „phagozytären Index“ gaben, lag das Phagozytenprozent bei *13* von den 14 Versuchen im Februar und der „phagozytäre Index“ bei allen 14 unter dem Mittel. Wir müssen daher die beiden Gruppen gesondert betrachten.

Versuche vor Februar 1912	befanden sich:	davon zeigten: Phagozyten-Prozent ober dem Mittel	Phagozyten-Prozent unter dem Mittel	Phagozytärer Index ober dem Mittel	Phagozytärer Index unter dem Mittel	Kombinierte Note der Reaktion I	II	III
Abstinente und sehr Mäßige	9	6	3	5	4	4	3	2
Mäßige	9	8	1	7	2	6	3	—
Trinker und Säufer . . .	13	7	6	10	3	7	3	3

Danach zeigten die „Mäßigen“ sowohl beim Phagozytenprozent als beim Index die günstigsten Verhältnisse. Die Abstinenten und sehr Mäßigen zeigten ein besseres Phagozytenprozentverhältnis als die „Trinker und Säufer“, dagegen einen ungünstigeren Index. Bei Kombination der gefundenen Werte stehen die Abstinenten und Mäßigen infolgedessen sogar etwas schlechter als die Trinker und Säufer:

Note I: 44,4% Abstinente und sehr Mäßige, 66,7% Mäßige, 53,8% Trinker und Säufer. Wenn man aber die einzelnen Befunde durchsieht, bemerkt man, daß die besten Befunde (mehr als 84% Phagozyten und mehr als 3 Bazillen per Leukozyt) unter den Abstinenten und sehr Mäßigen häufiger sind als unter den Trinkern und Säufern; und umgekehrt die schlechtesten Befunde (weniger als 52% Phagozyten und weniger als ein Bazillus per Leukozyt) seltener.

Versuche vor Februar 1912	Phagozyten-Prozent unter 52%	52 bis 68%	68 bis 84%	über 84%	Phagozytärer Index bis 1	1–2	2–3	über 3
Abstinente und sehr Mäßige	2	2	2	4	—	4	2	3
Mäßige	1	—	4	4	1	1	3	4
Trinker und Säufer .	4	2	5	2	3	—	8	2

Ähnliches ist auch bei den Fällen aus dem Februar zu konstatieren, welche alle, bis auf einen Phagozytenprozentwert bei einem Trinker, Werte unter dem Mittel geliefert haben. Die Werte der Abstinenten und sehr Mäßigen liegen der Mehrzahl nach den Mitteln etwas näher als die der Trinker und Säufer.

Versuche im Februar 1912	Phagozyten-Prozent		Phagozytärer Index	
	unter 52%	52—68%	bis 1	1—2
Abstinente und sehr Mäßige	2	4	3	3
Mäßige	1	1	1	1
Trinker und Säufer	4	1	4	2

Im ganzen wird man wohl sagen müssen, daß keine Beziehung zwischen der Phagozytose der Tuberkelbazillen und dem Alkoholgenuß zu erkennen ist.

Bakterizidie und Phagozytose gegen Typhusbazillen.

Um das Ergebnis dieser Versuche übersichtlicher zu machen, wurden die Befunde in folgender Weise klassifiziert:

Tabelle 2.

		Gut		Schlecht	
		I.	II.	III.	IV.
Bakterizidie	Serumverdünnung 1:10	vollkomm. Abtötung	bis höchstens 50 Kol.	über 50 bis höchstens 200 Kol.	über 200 Kol.
„	Serumverdünnung 1:20	höchstens 50 Kol.	über 50 bis höchstens 200 Kol.	über 200 bis höchstens 1000 Kol.	über 1000 Kol.
Phagozytose	Phagozytärer Index	über 3,0	über 2—3,0	über 1—2,0	bis 1,0
„	Phagozyten-Prozent	über 90	über 70—90	über 50—70	bis 50

Tabelle 3 gibt die Übersicht über die in dieser Weise klassifizierten Befunde geschieden nach den Abstufungen des Alkoholverbrauches. Die Noten der einzelnen Reaktionen wurden abermals kombiniert: zunächst einerseits die Noten für Bakterizidie der Serumverdünnungen 1 : 10 und 1 : 20, anderseits die Noten für phagozytären Index und Phagozytenprozent; endlich die Mittelzahlen für Bakterizidie und Phagozytose zu einem Gesamtmittel „Resistenz-Index". Bei jeder Protokollnummer finden sich hier das Alter, der Beruf, der Gesundheitszustand, der Ernährungszustand (Fettpolster), der Livische und der Erismannsche Index und die gewohnte Kost (vorwiegend vegetabilisch oder gemischt) vermerkt.

Tabelle 3.

Prot.-Nr.	Klassifizierung der Reaktion: Bakterizidie binnen 7 Std. Serumverdünnung 1:10	1:20	Mittel	Phagozytose Index	Prozent	Mittel	Gesamt-Mittel »Resistenz-Index«	Alter in vollendeten Jahren	Beruf	Gesundheitszustand	Ernährungszustand	Livis Index	Erismanns Index	Gewohnte Kost
Abstinente:														
1	1	2	1,5	3	2	2,5	2	24	St	g	2	229	— 4	v
2	2	—	—	2	1	1,5	(1,75?)	21	St	g	2	230	— 4	g
3	3	—	—	2	1	1,5	(2,25?)	25	St	g	1	242	+ 2	v
5	1	1	1	2	1	1,5	1,25	23	St	g	2	239	+ 2	v
6	4	4	4	1	1	1	2,5	22	St	Akne	3	224	— 9	v
8	4	4	4	1	1	1	2,5	24	St	Chron. Dickdarmkatarrh	3	235	— 3,5	v
11	1	4	2,5	2	1	1,5	2	22	St	Akne	3	224	— 6,5	v
12	2	1	1,5	2	1	1,5	1,5	22	St	Ekzem	3	224	— 5,5	v
19	3	4	3,5	1	1	1	2,25	25	St	g	2	229	— 13	g
30	1	1	1	3	2	2,5	1,75	23	St	g	2	236	— 4	v
39	2	2	2	3	2	2,5	2,25	26*	N	Spitzenkatarrh	2	231,5	—	v
40	1	1	1	1	1	1	1	24	St	g	2	237,5	+ 4	g
46	1	4	2,5	2	1	1,5	2	19*	N	g	2	241	—	v
61	1	4	2,5	3	4	3,5	3	25	St	g	1	242	+ 1	v
Sehr Mäßige:														
4	2	2	2	2	1	1,5	1,75	20	St	g	3	232	± 0	g
17	1	4	2,5	2	2	2	2,25	22	St	Ekzem	3	234	— 11,5	g
41	1	1	1	1	2	1,5	1,25	23	N	(Bronchitis)	2	239	— 2	g
42	1	4	2,5	1	1	1	1,75	23*	N	g	2	238	—	g
54	1	1	1	2	1	1,5	1,25	22	St	(Bronchitis)	3	233	— 5	g
60	1	1	1	2	1	1,5	1,25	19	N	g	3	236	— 2	g
(64	1	1	1	1	1	1	1	21	N	g	2	241	+ 5,5	g)

* weiblich.

Tabelle 3 (Fortsetzung).

Prot.-Nr.	Klassifizierung der Reaktion: Bakterizidie binnen 7 Std. Serumverdünnung 1:10	1:20	Mittel	Phagozytose Index	Prozent	Mittel	Gesamt-Mittel »Resistenz-Index«	Alter in vollendeten Jahren	Beruf	Gesundheitszustand	Ernährungszustand	Livis Index	Erismanns Index	Gewohnte Kost
Mäßige:														
7	2	4	3	2	1	1,5	2,25	24	St	g	3	217	— 13	g
18	4	4	4	3	2	2,5	3,25	24	St	g	2	222	— 5	g
27	3	3	3	2	1	1,5	2,25	29	St	Chron. Rachenkatarrh	4	222	— 8	g
29	2	4	3	2	1	1,5	2,25	23	St	g	2	242	— 5	g
43	2	4	3	1	3	2	2,5	22*	N	(Lungenspitzenkatarrh)	3	229	—	v
44	1	—	—	1	3	2	(1,5?)	25*	N	(Influenza)	3	233	—	g
45	1	2	1,5	1	1	1	1,25	29*	N	g	3	230	—	g
48	1	4	2,5	1	2	1,5	2	26	N	(Spitzenkatarrh)	4	241	— 8	g
52	1	—	—	2	1	1,5	(1,25?)	24	St	(Influenza)	1	238	+ 1,5	g
53	1	1	1	3	3	3	2	42	St	(Spitzenkatarrh)	3	225	— 6	g
56	1	1	1	—	—	—	—	24*	N	(Nephritis)	2	236	—	g
58	4	4	4	1	1	1	2,5	19*	N	(Chlorose)	3	239	—	g
Trinker:														
28	1	1	1	3	2	2,5	1,75	23	St	g	2	239	— 12	g
32	4	4	4	4	4	4	4	47	N	Polyneuritis	3	254	— 3	g
33	3	4	3,5	2	2	2	2,75	41	N	g	3	228	+ 3,5	g
34	4	4	4	4	3	3,5	3,75	36	N	Tumor cerebri	3	233	+ 2	g
47	1	4	2,5	1	1	1	1,75	28	N	Herzfehler	3	230	— 2,5	v
55	2	4	3	3	2	2,5	2,75	19	N	g	1	245	+ 6,5	g
57	4	4	4	4	4	4	4	18	N	Herzfehler	3	233	— 2	v
62	1	4	2,5	1	2	1,5	2	27	N	g	3	235	— 13	g
(63	1	1	1	1	1	1	1	22	N	(Spitzenkatarrh)	3	245	— 1	v)
(65	1	1	1	1	1	1	1	18	N	g	3	249	+ 1	g)
66	3	4	3,5	3	4	3,5	3,5	29	N	(Gelenkrheumatismus)	1	247	— 2	g
67	2	2	2	3	3	3	2,5	26	N	(Rheumatismus)	2	253	+ 2	g
Säufer:														
31	4	4	4	3	2	2,5	3,25	38	N	(Spitzenkatarrh)	3	250	— 2,5	g
35	3	4	3,5	1	1	1	2,25	20	N	g	3	238	+ 2	g
36	2	4	3	3	3	3	3	23	N	(Herpes Zosten)	3	234	+ 1,5	g
37	2	4	3	1	3	2	2,5	32	N	g	1	254	+ 19	g
38	4	4	4	1	3	2	3	45	N	(Lues)	1	261	+ 12,5	g
49	4	4	4	3	4	3,5	3,75	37	N	Herzfehler	2	241	— 6	g
51	1	1	1	2	1	1,5	1,25	27	St	(Nephritis)	2	238	+ 1	v
59	1	4	2,5	4	4	4	3,25	19	N	g	1	246	+ 5,2	g

* Weiblich.

Unter den Zahlen des Resistenzindex befinden sich vier in Klammern mit Fragezeichen, weil bei ihnen eine der vier Reaktionen wegen Verunglückung des Versuches fehlt. Die Protokollnummern 63, 64 und 65 sind gänzlich in Klammern gesetzt und bei den weiteren Betrachtungen nicht berücksichtigt worden. Aus folgendem Grunde: Die Versuche mußten in weiten zeitlichen Abständen ausgeführt werden. Dies konnte zu einer Fehlerquelle werden, wenn die Typhusbazillenkulturen in ihrer Widerstandsfähigkeit stark verschieden waren. Um diesen Fehler einigermaßen unschädlich zu machen, wurden soviel als möglich Sera aus den verschiedenen Alkoholverbrauchsklassen gleichzeitig geprüft. Tabelle 4 gibt die gleichzeitig erhobenen Befunde mit ihren Noten für den Resistenzindex wieder. Da fallen nun die Befunde vom 14. II. auf, die alle die Note I ergaben, die sich sonst nur noch ein einzigesmal findet. Man glaubte annehmen zu müssen, daß die an diesem Tage als Testobjekt verwendete Typhuskultur abnorm hinfällig gewesen sei.

Tabelle 4.

Resistenz-Index.

Zeitliche Verteilung der Befunde.

Datum	Abstinente und sehr Mäßige	Mäßige	Trinker und Säufer
29. XI.	(1,75); (2,25); 1,25; 1,75	—	—
30. XI.	2,5; 2,5	2,25	—
2. XII.	2,0; 1,5	—	—
12. XII.	—	2,25; 2,25	1,75
29. XII.	2,25	—	3,25; 2,75
2. I.	1,75	2,5	3,75; 3,0; 4,0
5. I.	1,75	(1,5)	2,25; 2,5; 3,0
8. I.	—	2,0; (1,25)	1,25
13. I.	—	—	2,0
18. I.	2,25; 1,25	—	2,75
23. I.	2,0	1,25; 2,0	1,75; 3,75
30. I.	2,0	—	—
2. II.	1,25	2,5	4,0; 3,25
8. II.	2,25; 1,0; 3,0; 1,25	3,25	—
14. II.	(1,0)	—	(1,0; 1,0)
21. II.	—	—	3,5; 2,5

In der Tabelle 5 ist die prozentische Verteilung der Fälle aus jeder der fünf Alkoholverbrauchsklassen auf die vier Noten für jede der vier Reaktionen wiedergegeben (Tabelle 5).

Wie aus den Originaltabellen geht aus dieser Zusammenstellung hervor, daß die verschiedenen Verbrauchsklassen keinen

Tabelle 5.

Note	Bakterizidie									
	Serum Vdg. 1 : 10					Serum Vdg. 1 : 20				
	A	Sm	M	T	S	A	Sm	M	T	S
IV	14,3	0	16,7	**30,0**	**37,5**	**50,0**	33,3	**60,0**	**80,0**	**87,5**
III	14,3	0	8,3	20,0	12,5	0	0	10,0	0	0
II	21,4	16,7	33,3	20,0	37,5	16,7	16,7	10,0	10,0	0
I	**50,0**	**83,3**	**41,7**	**30,0**	12,5	33,3	**50,0**	20,0	10,0	12,5
Summe	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Note	Phagozytose									
	Phagozytärer Index					Phagozyten-Prozent				
	A	Sm	M	T	S	A	Sm	M	T	S
IV	0	0	0	30,0	12,5	7,2	0	0	**40,0**	25,0
III	28,6	0	18,2	**40,0**	**37,5**	0	0	18,2	30,0	**37,5**
II	**42,8**	**66,7**	36,4	10,0	12,5	21,4	33,7	27,3	20,0	12,5
I	28,6	33,3	**45,4**	**20,0**	**37,5**	**71,4**	**66,7**	**54,5**	10,0	25,0
Summe	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

durchgreifenden Unterschied in den Noten zeigen. In jeder Klasse finden sich einzelne gute und schlechte Noten. Unterschiede in ihrer Häufigkeit sind aber da. Am besten schneiden bei allen Reaktionen die „sehr Mäßigen" ab, am schlechtesten die „Säufer". In den folgenden drei Tabellen 6, 7 und 8 sind

Tabelle 6.

Bakterizidie von Typhusbakterien.
Notenmittel von Serumverdünnung 1:10 und 1:20.

N.-M.	Abstinente und sehr Mäßige	Mäßige	Trinker und Säufer
I	6 = 33,3 %	2 = 20 %	2 = 11,1 %
II	4 = 22,2 %	1 = 10 %	1 = 5,2 %
I u. II	10 = 55,5 %	3 = 30 %	3 = 16,7 %
III	5 = 27,8 %	5 = 50 %	6 = 33,3 %
IV	3 = 16,7 %	2 = 20 %	9 = 50,0 %
IIIu.IV	8 = 44,5 %	7 = 70 %	15 = 83,3 %

Tabelle 7.

Phagozytose von Typhusbakterien.

Notenmittel von Phagozytenprozent und Phagozyt. Index.

N.-M.	Abstinente und sehr Mäßige	Mäßige	Trinker und Säufer
I	5 = 25 %	2 = 18,2 %	2 = 11,1 %
II	11 = 55 %	7 = 63,6 %	5 = 27,8 %
I u. II	16 = 80 %	9 = 81,8 %	7 = 38,9 %
III	3 = 15 %	2 = 18,2 %	5 = 27,8 %
IV	1 = 5 %	—	6 = 33,3 %
III u. IV	4 = 20 %	2 = 18,2 %	11 = 61,1 %

wegen der Kleinheit der absoluten Zahlen „Abstinente“ und „Sehr Mäßige“, „Trinker“ und „Säufer“ zusammengefaßt und schließlich auch die Noten I und II bzw. III und IV zusammengenommen. Die Prozentzahlen sind natürlich bei einer so geringen Zahl von Einzelbeobachtungen sehr anfechtbar. Sie sind auch nur eingesetzt, um das Ergebnis übersichtlicher zu machen.

Tabelle 8.

Klassifizierung der Fälle bezüglich Bakterizidie und Phagozytose von Typhusbazillen.

Note	Abstinente und sehr Mäßige	Mäßige	Trinker und Säufer
Bakterizidie I u. II / Phagozytose I u. II	7 (8) = 38,9 (40) %	1 (3) = 11,1 (27,3) %	1 = 5,6 %
Bakterizidie III u. IV / Phagozytose I u. II	7 (8) = 38,9 (40) %	6 = 66,6 (54,6) %	6 = 33,3 %
Bakterizidie I u. II / Phagozytose III u. IV	3 = 16,7 (15) %	1 = 11,1 (9,1) %	2 = 11,1 %
Bakterizidie III u. IV / Phagozytose III u. IV	1 = 5,6 (5) %	1 = 11,1 (9,1) %	9 = 50 %
Alle Fälle	18 (20) = 100	9 (11) = 100	18 = 100

Ohne auf diese Prozentziffern besonderen Wert zu legen, glaube ich doch aussprechen zu dürfen, daß die mittlere Güte der Reaktionen im umgekehrten Verhältnis zum Al-

koholverbrauche steht. Auch die „Mäßigen" scheinen sich merklich ungünstiger zu verhalten als die „Abstinenten" und die „sehr Mäßigen"; leider ist aber gerade ihre absolute Zahl sehr viel kleiner als die der beiden anderen Gruppen.

Wie schon früher hervorgehoben wurde, mußten leider Personen in Untersuchung genommen werden, die sich außer durch den Alkoholverbrauch auch noch in mehreren anderen wichtigen Beziehungen verschieden verhielten. Leider war auch noch die Verteilung der Personen nach diesen anderen Unterscheidungsmerkmalen auf die einzelnen Alkoholverbrauchsgruppen sehr ungleich.

Tabelle 9.

	Abstinente und sehr Mäßige	Mäßige	Trinker und Säufer
Männlich	85 %	63,6 %	100 %
Weiblich	15 %	36,4 %	—
Bis 25 Jahre alt	94 %	100 %	33,3 %
Über 25 » »	6 %	—	66,7 %
Livi bis 236	65 %	63,6 %	33,3 %
» über 236	35 %	36,4 %	66,7 %
Ernährungszustand gut	81 %	27,3 %	50 %
» mittelmäßig	19 %	72,7 %	50 %
Studenten	49 %	54,5 %	11,1 %
Nicht-Studenten	51 %	45,6 %	88,9 %
Gesund	66,7 %	36,4 %	38,9 %
Krank oder genesend	33,3 %	63,6 %	61,1 %
Kost gemischt	60 %	90,9 %	83,3 %
» vegetabilisch	40 %	9,1 %	16,7 %

Unter den Trinkern und Säufern waren im Vergleich mit den Abstinenten und sehr Mäßigen durchschnittlich viel weniger Studenten, viel mehr ältere Leute, mehr schlechter ernährte Leute, viel mehr Kranke oder Genesende, keine Weiblichen. Es war daher möglich, daß die beobachteten Unterschiede bezüglich der Güte der Reaktionen durch diese Umstände und nicht durch

den ungleichen Alkoholverbrauch bedingt waren. Um darüber Aufschluß zu bekommen, mußte das Material, soweit es die geringe Zahl der Beobachtungen erlaubte, in kombinierter Weise gruppiert und verglichen werden. Die Ergebnisse dieses Vergleiches sind in den folgenden Tabellen verzeichnet.

Tabelle 10.

Resistenzindex und Alter.

Res.-Ind.	Abstinente und sehr Mäßige	Mäßige	Trinker und Säufer	alle Fälle
		bis 25 Jahre:		
bis II	12 (13) = **70,6 (68,4)** %	2 (4) = **33,3** (50) %	1 = **16,7** %	15 (18) = **51,4 (53,0)** %
über II	5 (6) = 29,4 (31,6) %	4 = 66,7 **(50)** %	5 = 83,3 %	14 (16) = 48,6 (47) %
		über 25 Jahre:		
bis II	—	2 = 66,7 %	3 = **25** %	5 = **31,2** %
über II	1 = 100 %	1 = 33,3 %	9 = 75 %	11 = 68,8 %
		alle Fälle:		
bis II	12 (13) = **66,7 (65)** %	3 (5) = **33,3 (45,4)** %	4 = **22,2** %	19 (22) = **42,2 (49,0)** %
über II	6 (7) = 33,3 (35) %	6 = 66,7 (54,6) %	14 = 77,8 %	26 (27) = 57,8 (51,0) %

Tabelle 11.

Resistenzindex und Gesundheitszustand.

Res.-Ind.	Abstinente und sehr Mäßige	Mäßige	Trinker und Säufer	alle Fälle
		gesund:		
bis II	8 (9) = **80 (75)** %	1 = **25** %	2 = **28,6** %	11 (12) = **52,4 (52,2)** %
über II	2 (3) = 20 (25) %	3 = 75 %	5 = 71,4 %	10 (11) = 47,6 (47,8) %
		krank oder genesend:		
bis II	4 = **50** %	2 (4) = **40 (57,1)** %	2 = **18,2** %	8 (10) = **33,3 (38,4)** %
über II	4 = 50 %	3 = 60 (42,9) %	9 = 81,8 %	16 = 66,7 (61,6) %
		alle:		
bis II	12 (13) = **66,7 (65)** %	3 (5) = **33,3 (45,4)** %	4 = **22,2** %	19 (22) = **42,2 (49,0)** %
über II	6 (7) = 33,3 (35) %	6 = 66,7 (54,6) %	14 = 77,8 %	26 (27) = 57,8 (51,0) %
		mittlerer Immunitätsindex:		
gesund	1,82	2,25	2,54	2,14
krank od. genesend	1,94	2,25	3,07	2,52

Tabelle 12.

Resistenzindex und Livis Index.

Res.-Ind.	Abstinente und sehr Mäßige	Mäßige	Trinker und Säufer	alle Fälle
		Livi bis 236:		
bis II	7 (8) = **58,3 (61,5)** %	2 (3) = **33,3 (43)** %	2 = **33,3** %	11 (13) = **45,8 (50,0)** %
über II	5 = 41,7 (38,5) %	4 = 66,7 (57) %	4 = 66,7 %	13 = 54,2 (50,0) %
		Livi über 236:		
bis II	5 = **83,3 (71,4)** %	1 (2) = **33,3 (50)** %	2 = **16,7** %	8 (9) = **38,1 (40,9)** %
über II	1 (2) = 16,7 (28,6) %	2 = 66,7 (50) %	10 = 83,3 %	13 = 61,9 (59,1) %

Tabelle 13.

Resistenzindex und Ernährungszustand.

Res.-Ind.	Abstinente und sehr Mäßige	Mäßige	Trinker und Säufer	alle Fälle
		guter Ernährungszustand:		
bis II	7 (8) = **70 (66,7)** %	(1) = 0 **(33,3)** %	2 = **22,2** %	9 (11) = **42,9 (45,8)** %
über II	3 (4) = 30 (33,3) %	2 = 100 (66,7) %	7 = 77,8 %	12 (13) = 57,1 (54,2) %
		mittelmäßiger Ernährungszustand:		
bis II	5 = **60** %	3 (4) = 43 (50) %	2 = **22,2** %	10 (11) = **41,7 (44,0)** %
über II	3 = 40 %	4 = 57 (50) %	7 = 77,8 %	14 = 58,3 (56,0) %
		alle:		
bis II	12 (13) = 66,7 (65) %	3 (5) = **33,3 (45,4)** %	4 = 22,2 %	19 (22) = **42,2 (49,0)** %
über II	6 (7) = 33,3 (35) %	6 = 66,7 (54,6) %	14 = 77,8 %	26 (27) = 57,8 (51,0) %

Tabelle 14.

Resistenzindex und Beruf (Lebenslage).

Res.-Ind.	Abstinente und sehr Mäßige	Mäßige	Trinker und Säufer	alle Fälle
		Studenten:		
bis II	8 (9) = **61,5 (60)** %	1 (2) = **20 (33,3)** %	2 = 100 %	11 (13) = **55 (56,5)** %
über II	5 (6) = 38,5 (40) %	4 = 80 (66,6) %	0	9 (10) = 45 (43,5) %
		Nicht-Studenten:		
bis II	4 = **80** %	2 (3) = **50 (60)** %	2 = **12,5** %	8 (9) = **47,0** (50) %
über II	1 = 20 %	2 = 50 (40) %	14 = 87,5 %	17 = 51,0 (50) %
		alle:		
bis II	12 (13) = **66,7 (65)** %	3 (5) = **33,3 (45,4)** %	4 = 22,2 %	19 (22) = 42,2 (49,0) %
über II	6 (7) = 33,3 (35) %	6 = 66,7 (54,6) %	14 = 77,8 %	26 (27) = 57,8 (51,0) %

Tabelle 15.

Resistenzindex und Kostform.

Res.-Ind.	Abstinente und sehr Mäßige	Mäßige	Trinker und Säufer	alle Fälle
		gemischte Kost:		
bis II	6 (7) = **75 (77,8)** %	3 (5) = **37,5 (50)** %	2 = **13,3** %	11 (14) = **35,5 (41,2)** %
über II	2 = 25 (22,2) %	5 = 62,5 (50) %	13 = 86,7 %	20 = 64,5 (58,8) %
		vorwiegend vegetabilische Kost:		
bis II	6 = **60 (54,5)** %	0	2 = **66,7** %	8 = **57,1 (53,3)** %
über II	4 (5) = 40 (45,5) %	1 = 100 %	1 = 33,3 %	6 (7) = 42,9 (46,7) %
		alle:		
bis II	12 (13) = **66,7 (65)** %	3 (5) = **33,3 (45,4)** %	4 = **22,2** %	19 (22) = **42,2** (49,0) %
über II	6 (7) = 33,3 (35) %	6 = 66,7 (54,6) %	14 = 77,8 %	26 (27) = 57,8 (51,0) %

Geschlecht und Heredität (s. Protokoll der Versuchspersonen) wurden wegen der geringen Zahl der Fälle nicht weiter in Betracht gezogen.

Die Gruppen sind durch die Teilung in Viertel leider so klein geworden, daß es unmöglich ist, halbwegs sichere Schlüsse auf den Einfluß irgendeines der untersuchten Nebenmomente auf den Ausfall der Reaktionen zu ziehen. Dagegen scheint mir, daß die Tabellen den Schluß zulassen, daß es in der Tat die Enthaltung vom Alkohol bzw. sein übermäßiger Genuß sind, welche die Ungleichheit in der mittleren Güte der Resistenz zwischen Abstinenten und sehr Mäßigen einerseits, Trinkern und Säufern anderseits bedingen. Denn, wie man auch die Unterteilung dieser Gruppen vornehmen möge, stets findet man bei den ersteren das günstigere Verhältnis; abgesehen von jenen Fällen, wo überhaupt nur eine oder zwei einschlägige Beobachtungen vorliegen.

In einer Anzahl von Fällen wurde die Geschwindigkeit der Phagozytose nach Ohkubo genauer verfolgt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 16 enthalten.

Ein gesetzmäßiger Unterschied in dieser Beziehung in Abhängigkeit von dem Alkoholverbrauch tritt nicht hervor.

Tabelle 16.

Zeitlicher Verlauf der Phagozytose.

Protokoll-Nr.	Alkohol-verbrauch	Phagozytierte Bakterien pro Phagozyt						Phagozyten-Prozent					
		Typhus-Bakterien			Tuberkel-Bazillen			Typhus-Bakterien			Tuberkel-Bazillen		
		n. 10′	n. 20′	n. 30′	n. 10′	n. 20′	n. 30′	n. 10′	n. 20′	n. 30′	n. 10′	n. 20′	n. 30′
19	A	0,84	0,96	3,66	0,32	0,84	1,10	54	62	94	24	58	58
40	A	0,70	2,68	3,82	0,48	0,90	2,20	42	78	98	36	50	68
61	A	1,20	1,48	1,80	0,36	0,94	1,32	60	62	86	30	56	68
17	Sm	0,74	1,15	2,48	0,58	1,24	1,40	54	60	84	40	68	66
41	Sm	0,90	2,40	5,80	0,56	1,10	1,58	60	84	90	42	58	60
60	Sm	0,22	0,38	2,48	0,28	0,50	0,96	16	30	97	24	40	44
64	Sm	0,44	—	3,56	0,26	0,28	0,84	36	—	94	12	24	46
18	M	0,84	0,79*	1,44	0,22	0,52	0,88	44	46	74	16	30	56
58	M	0,46	1,60	4,58	0,34	0,56	1,12	65	77	100	22	32	46
57	Tr	0,52	0,90	3,90	0,26	0,30	0,94	36	50	92	24	24*	71
62	Tr	0,58	0,60	3,14	0,12	0,29	0,98	34	40	82	8	20	38
63	Tr	0,30	0,60	3,34	0,34	0,48	1,88	22	44	98	14	22	54
65	Tr	0,34	0,52	4,62	0,26	0,28	1,28	28	42	94	16	20	42
66	Tr	0,50	0,44	1,20	0,22	0,18*	0,34	34	26	46	10	18	28
67	Tr	1,00	1,06	1,60	0,34	0,40	0,52	54	62	68	26	24*	34
59	S	0,28	0,14*	0,88	0,46	0,50	0,60	18	8*	48	18	30	30

In einer Anzahl von Fällen (mit * bezeichnet) ist die Zahl nach 20 Minuten kleiner als nach 10 Minuten. Es dürfte hier ein Umstand im Spiele sein, der die ganze Bestimmung des phagozytären Index und des Phagozytenprozents unsicher macht: ein Teil der phagozytierten Bakterien wird im Innern der Leukozyten sehr rasch aufgelöst, so daß die gefundenen Zahlen nur den Unterschied zwischen den innerhalb einer bestimmten Zeit gefressenen und den in derselben Zeit verdauten Bakterien angeben. Je nach dem Bakterienstamm und der Beschaffenheit der Leukozyten kann aber dieses Verhältnis stark wechseln.

Mehrmals hatte ich Gelegenheit, Leute im berauschten Zustande oder wenige Stunden nach der Berauschung und später oder früher im nüchternen Zustande zu untersuchen.

Tabelle 17.

Untersuchungen an Berauschten.

Protokoll-Nr.	Habitueller Alkoholgenuß	Datum des Versuches	Bakterizidie: Serum 1:10, Auf 1000 Typhusbazillen in der Aussaat noch lebend: nach 1 Std.	nach 7 Std.	Note	Bakterizidie: Serum 1:20, nach 1 Std.	nach 7 Std.	Note	Phagozytose: Typhusbazillen: Phagozytär. Index: Zahl	Note	Phagozyten-Proz.: Zahl	Note	Resistenz-Index	Bemerkungen
37	S	2. I. 12	400	75	III	500	10000	IV	1,4	III	42	IV	3,5	Rausch
		5. I. 12	270	25	II	560	1500	IV	5,3	I	70	III	2,5	
41	Sm	6. II. 12	630	15	II	800	250	III	1,2	III	68	III	2,75	6 Std. nach Berauschung
		8. II. 12	0	0	I	2	0	I	5,8	I	90	II	1,25	
42	Sm	5. I. 12	70	0	I	600	100000	IV	5,4	I	100	I	1,75	
		21. II. 13	600	50	II	800	670	III	1,8	III	79	II	2,5	Rausch
55	Tr	18. I. 12	250	7	II	750	1500	IV	1,2	III	71	II	2,75	Rausch
		18. I. 12	100	0	I	600	200	II	1,1	III	65	III	2,25	1 Std. später
		20. I. 12	270	0	I	500	0	I	2,0	III	81	II	1,75	
63	Tr	13. II. 12	300	10	II	940	2000	IV	1,23	III	70	III	3,0	6 Std. nach Berauschung
		13. II. 12	130	0	I	800	298	III	2,0	III	81	II	2,25	12 Std. nach Berauschung
		(14. II. 12*)	0	0	I	0	10	I	4,3	I	98	I	1,0)	
65	Tr	13. II. 12	850	300	IV	1200	∞	IV	1,8	III	62	III	3,5	6 Std. nach Berauschung
		13. II. 12	240	20	II	670	4000	IV	2,8	II	79	II	2,5	12 Std. nach Berauschung
		(14, II. 12*)	0	0	I	0	10	I	4,6	I	94	I	1,0)	

*) Die Befunde bei 63 und 65 am 14. II. 12 sind sehr unsicher. (S. o.)

Die Zahlen machen den Eindruck, als ob die Reaktionen im Rausche verschlechtert wären und namentlich die Phagozytose unter diesem litte. Zum Vergleiche diene Tabelle 18, in welcher die bei derselben Person zu verschiedenen Zeiten unter anscheinend gleichen Umständen erhobenen Befunde verzeichnet sind. Die Befunde stimmen hier im allgemeinen besser überein, wenngleich auch hier einige größere Sprünge vorkommen.

Resistenz der Erythrozyten.

Eine erheblich größere Anzahl von Personen als auf Bakterizidie und Phagozytose konnte ich auf die Resistenz ihrer Erythrozyten gegenüber hypotonischer Kochsalzlösung prüfen. Die Befunde sind in der Tabelle 19 nach dem Alkoholverbrauche der Versuchspersonen gruppiert.

Tabelle 18.

Wiederholte Untersuchungen derselben Person.

Protokoll-Nr.	Alkoholgenuß	Tag des Versuches	Bakterizidie						Phagozytose				Resistenz-Index
			Serum 1:10			Serum 1:20			Typhusbazillen				
			Auf 1000 Typhusbazillen in der Aussaat noch lebend						Phagozyt		Phagozyten		
			nach 1 Std.	nach 7 Std.	Note	nach 1 Std.	nach 7 Std.	Note	Index	Note	Index	Note	
1	A	30. X. 11	50	30	II	680	150	II	—	—	—	—	—
		30. I. 12	220	0	I	300	56	II	1,5	III	84	II	2
		16. II. 12	270	0	I	430	100	II	1,2	III	87	II	2
		22. I. 13	530	10	II	700	165	II	—	—	—	—	—
		21. II. 13	210	5	II	640	700	III	2,0	III	81	II	2,5
6	A	29. XI. 11	700	∞	IV	975	∞	IV	3,8	I	98	I	2,5
		7. XII. 12	650	∞	IV	10000	∞	IV	3,4	I	96	I	2,5
12	A	2. XII. 11	200	12	II	410	18	I	2,4	II	95	I	1,5
		20. I. 12	—	—	—	—	—	—	1,9	III	90	II	—
		5. II. 12	470	100	III	700	240	III	2,5	II	92	I	2,25
17	Sm	8. II. 12	0	0	I	30	70000	IV	2,5	II	84	II	2,25
		21. II. 13	250	80	III	600	250	III	1,3	III	79	II	2,75
32	Tr	29. XII. 11	685	10000	IV	5000	∞	IV	0,75	IV	41	IV	4
		2. I. 12	300	25000	IV	350	75000	IV	0,5	IV	36	IV	4
33	Tr	23. XII. 11	270	110	III	620	6100	IV	2,9	II	85	II	2,75
		29. XII. 11	35	65	III	550	∞	IV	2,5	II	87	II	2,75
40	A	23. XII. 11	25	70	III	120	100	II	2,7	II	90	II	2,25
		8. II. 12	0	0	I	0	25	I	3,8	I	98	I	1
		18. II. 12	20	0	I	85	50	I	2,9	II	92	I	1,25
		21. II. 13	150	0	I	380	550	III	2,6	II	92	I	1,75

Ähnlich wie bei Bakterizidie und Phagozytose habe ich auch hier der weiteren Betrachtung Noten für die Güte der Reaktion zugrunde gelegt. Note I erhielten alle Befunde bis zu 1% gelöstem Blutfarbstoff, Note II die Befunde mit mehr als 1 bis zu 2% Lösung, Note III jene mit mehr als 2 bis 3% Lösung, Note IV alle Befunde mit mehr als 3% Lösung.

Einige von diesen hohen Zahlen sind so auffallend groß (Prot Nr. 93, 119, 70 und 118), daß ihre richtige Erhebung angezweifelt werden muß; ich habe sie aber mit aufgenommen, da ich mir keines Fehlers bewußt bin. Leider war es fast niemals möglich, durch eine 2. Untersuchung den 1. Befund zu prüfen. Die Versuchsperson Nr. 73, die das erste Mal 6,0% Hämo-

(Fortsetzung des Textes S. 363.)

Tabelle 19.

Resistenz der Erythrozyten.

Prot.-Nr.	Hämolyse gelöste Prozente Blutfarbstoff	Alter in vollendeten Jahren	Geschlecht	Beruf	Gesundheitszustand	Ernährungszustand	Gewohnte Kost	Pignets Index
				Abstinente:				
72	0,8	15	m	N	gesund	2	g	27
73	6,0	15	m	N	Bronchitis	2	g	26
75	2,8	21	m	St	Angina	2	g	24
76	0,8	24	m	St	gesund	2	v	19,5
77	0,8	16	m	N	gesund	3	g	27
79	2,4	15	m	N	Spitzenkatarrh	2	g	21
80	0,8	17	m	N	gesund	2	v	32
102	1,6	17	m	N	Angina	2	v	18
108	0,8	21	m	N	Herzfehler	3	v	25
110	0,4	22	m	N	Spitzenkatarrh	2	v	18
122	0,8	20	m	N	Otitis media	2	v	6
123	0,4	25	m	N	gesund	3	g	12,5
127	0,8	27	m	N	Pneumonie (Rekonvaleszent)	3	v	18
131	0,8	20	m	St	gesund	3	v	25,5
147	1,2	24	w	N	Herzfehler	3	g	—
148	1,6	29	w	N	Herzfehler	2	g	—
151	0,8	24	m	St	gesund	2	g	19
				Sehr Mäßige:				
78	2,8	18	m	N	Rheumatismus	2	g	24
93	6,4	17	m	N	Herpes tonsurans	2	v	15,5
104	2,4	18	m	N	Muskelatrophie	3	g	32
105	3,2	23	m	N	Bronchitis	2	v	22
115	1,6	24	m	N	Spitzenkatarrh	2	v	19
125	0,8	23	m	N	Spitzenkatarrh	3	g	24
126	2,4	20	m	N	Herzfehler	3	g	19
138	2,0	23	m	St	Ekzem	2	g	30
140	1,6	32	m	St	gesund	3	g	33
143	1,2	25	m	St	gesund	2	g	20
145	0,4	32	w	N	genesen von Pneumonie	2	g	—
149	0,8	24	w	N	gesund	3	v	—
				Mäßige:				
74	0	49	m	N	Tabes	3	g	1
84	2,0	23	m	N	genesen von Stirnhöhleneiterung	2	g	19

Tabelle 19 (Fortsetzung).

Resistenz der Erythrozyten.

Prot.-Nr.	Hämolyse gelöste Prozente Blutfarbstoff	Alter in vollendeten Jahren	Geschlecht	Beruf	Gesundheitszustand	Ernährungszustand	Gewohnte Kost	Pignets Index
					Mäßige:			
86	1,2	20	m	St	gesund	3	v	26
88	2,4	22	m	N	gesund	2	g	17
89	2,0	19	m	N	Epilepsie	2	v	23
92	1,6	25	m	N	Spitzenkatarrh	2	g	19
98	2,8	24	m	N	gesund	2	g	23
103	2,0	20	m	N	Spitzenkatarrh	2	g	19
114	2,4	20	m	N	Herzfehler	3	v	28
116	2,4	19	m	N	Spitzenkatarrh	2	g	25
119	6,0	26	m	N	Epilepsie	2	g	13
124	3,2	32	m	N	Verdauungsbeschwerden	2	g	8
133	1,6	23	m	St	gesund	2	v	25,5
134	2,0	20	m	St	gesund	2	v	35,5
135	0,8	27	m	St	gesund	3	g	28
137	0,8	26	m	St	gesund	2	g	20
139	2,0	29	m	N	gesund	3	g	28,5
142	1,2	28	m	N	Herzfehler	3	v	24
144	2,4	37	w	N	Spitzenkatarrh	2	v	—
146	2,8	22	w	N	Angina tonsillaris	2	g	—
150	2,8	28	w	N	Spitzenkatarrh	2	g	—
					Trinker:			
71	3,2	53	m	N	Tpyhus (Rekonvaleszent)	2	g	2
82	3,2	24	m	N	gesund	2	g	16
83	2,8	25	m	N	Herzfehler	2	g	19
90	0,4	23	m	St	Ischias	2	g	10
91	2,0	31	m	N	Epilepsie	3	g	15
94	3,2	23	m	N	Spitzenkatarrh	3	g	29
95	3,2	31	m	N	Verdauungsbeschwerden	1	g	7
96	4,8	19	m	N	Herzfehler	3	v	31
97	3,2	20	m	N	Epilepsie	2	v	18
99	3,2	17	m	N	Angina	2	g	19
106	4,8	19	m	N	Angina	1	g	1
107	1,6	21	m	N	gesund	3	v	23
109	1,6	25	m	N	gesund	2	g	12
112	3,2	22	m	N	gesund	2	v	22

Tabelle 19 (Fortsetzung).

Resistenz der Erythrozyten.

Prot.-Nr.	Hämolyse gelöste Prozente Blutfarbstoff	Alter in vollendeten Jahren	Geschlecht	Beruf	Gesundheitszustand	Ernährungszustand	Gewohnte Kost	Pignets Index
					Trinker:			
117	3,2	21	m	N	Herzfehler	2	g	23
118	12,0	19	m	St	Spitzenkatarrh	2	g	22
128	4,8	48	m	N	Rheumatismus	2	v	4
129	3,2	27	m	N	Verdauungsbeschwerden	4	v	17
130	1,6	24	m	N	Spitzenkatarrh	3	g	34
136	2,4	50	m	N	Herzfehler	2	g	4
141	2,8	34	m	N	Herzfehler	2	g	19
					Säufer:			
68	2,0	50	m	N	Lues geheilt	4	g	25
69	4,0	37	m	N	gesund	3	g	29
70	6,4	56	m	N	Gicht	3	v	15
81	0,8	38	m	N	gesund	1	g	14
85	3,2	27	m	N	Bronchialkatarrh	2	v	11
87	1,6	48	m	N	Diabetes	2	g	7
100	2,4	43	m	N	Bronchialkatarrh	2	g	3
101	4,8	36	m	N	Herzfehler	1	g	15
111	2,4	19	m	N	Spitzenkatarrh	3	v	26
113	4,8	26	m	N	Angina	2	g	13
120	8,0	23	m	N	Herzfehler	3	g	8
121	3,2	33	m	N	Delirium tremens	3	g	7
132	0,8	32	m	N	gesund	2	g	20

lyse gezeigt hatte, gab bei der 2. Untersuchung 4,8%; also ebenfalls eine sehr hohe Zahl, die noch unter die Note IV fiel. Nr. 93 mit 6,4% lieferte bei der 2. Untersuchung allerdings nur 2,8%, was den Verdacht eines Fehlers beim ersten Versuche sehr bestärkt; immerhin ist aber auch dieser Befund noch ungünstig. Da ich, um größere Zahlen zu bekommen, in der Regel die Notenklassen 1 und 2 bzw. 3 und 4 zusammengefaßt habe, macht der Unterschied der beiden Befunde für unsere Betrachtung nichts aus. Sehr auffallend waren auch die günstigen Befunde bei den beiden Säufern Nr. 81 und 132. Sie konnten aber durch wiederholte Untersuchung bestätigt werden, so daß an ihrer Richtigkeit nicht zu zweifeln ist.

Die Tabellen 20 und 21 geben die prozentische Verteilung der fünf Gruppen von Alkoholverbrauchern auf die vier Notenklassen

bzw. die prozentische Verteilung der drei Gruppen an „Abstinenten und sehr Mäßigen", der „Mäßigen" und der „Trinker und Säufer" auf die zwei guten und die zwei schlechten Reaktionen an. Der Vergleich fällt auffallend gut für die Enthaltsamen aus und auffallend schlecht für die Trinker und Säufer. Selbst die „sehr Mäßigen" weisen sehr viel seltener die Note I auf als die Enthaltsamen.

Tabelle 20.

Hämolysen-Prozente.

	A	Sm	M	T	S
I	**64,7**	25,0	15,0	4,5	15,4
II	23,5	**58,3**	**65,0**	22,7	30,7
III	5,9	8,3	15,0	**54,6**	23,1
IV	5,9	8,4	5,0	18,2	**30,8**
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabelle 21.

	A + Sm	M	T + S
I + II gut . .	**82,8**	**80,0**	34,3
III + IV schlecht	17,2	20,0	**65,7**
	100,0	100,0	100,0

Aber auch diesmal müssen wir wieder prüfen, ob nicht Nebenumstände diesen Zusammenhang zwischen Alkoholgenuß und Resistenz nur vortäuschen; denn auch diesmal sind wieder die Gruppen je nach Alter, Geschlecht, körperlicher Entwicklung, Ernährungszustand, Gesundheitszustand, Beruf und Kost sehr ungleich gemischt.

Die Prüfung in dieser Beziehung hat ergeben, daß ohne Zweifel der Gesundheitszustand die Befunde sehr erheblich beeinflußte. Während von den Gesunden 80% gute Reaktion gaben, war dies nur bei 37% der Kranken und Genesenden der Fall. Die Tabelle zeigt aber zugleich, daß die Abstufung des Prozentsatzes der guten Reaktionen nach der Größe des Alkohol-

verbrauches in beiden Gruppen der Gesunden wie der Kränklichen deutlich vorhanden ist.

Tabelle 22.

	Abstinente und sehr Mäßige	Mäßige	Trinker und Säufer
Männlich	25 = 86,2 %	18 = 85,7 %	34 = 100 %
Weiblich	4 = 13,8 %	3 = 14,3 %	0
Bis 25 Jahre alt	25 = 86,2 %	12 = 57,1 %	16 = 47,1 %
Mehr als 25 Jahre alt	4 = 13,8 %	9 = 42,9 %	18 = 52,9 %
Studenten	7 = 24,1 %	5 = 23,8 %	2 = 5,9 %
Nicht-Studenten	22 = 75,9 %	16 = 76,2 %	32 = 94,1 %
Pignet bis 20 } nur {	11 = 44 %	8 = 44 %	24 = 70,6 %
» über 20 } Männer {	14 = 56 %	10 = 56 %	10 = 29,4 %
Ernährungszustand gut	18 = 62,1 %	15 = 71,4 %	22 = 64,7 %
» mittelmäßig	11 = 37,9 %	6 = 28,6 %	12 = 35,3 %
Kost gemischt	17 = 58,6 %	14 = 66,7 %	25 = 73,9 %
» vorwiegend vegetabilisch	12 = 41,4 %	7 = 33,3 %	9 = 26,5 %
Gesund	10 = 34,5 %	8 = 38,1 %	7 = 20,6 %
Krank oder genesend	19 = 65,5 %	13 = 61,9 %	27 = 79,4 %

Tabelle 23.

Gesundheitszustand und Resistenz der Erythrozyten.

Blutfarbstoff gelöst in Prozent.	Abstinente und sehr Mäßige	Mäßige	Trinker und Säufer	Alle Fälle
		Gesund:		
Bis 2	10 = 100 %	6 = 75 %	4 = 57,1 %	20 = 80 %
Über 2	—	2 = 25 %	3 = 42,9 %	5 = 20 %
		Krank oder genesend:		
Bis 2	11 = 57,9 %	6 = 46,1 %	5 = 18,5 %	22 = 37,3 %
Über 2	8 = 42,1 %	7 = 53,9 %	22 = 81,5 %	37 = 62,7 %

Der Einfluß des Geschlechtes und der Heredität wurde wieder keiner statistischen Prüfung unterzogen, weil die Grundzahlen zu klein sind und die Feststellung der Heredität zu unsicher war.

Keines der übrigen Unterscheidungsmerkmale: Alter, körperliche Entwicklung (Pignets Index), Beruf, Ernährungszustand und Kost läßt einen Einfluß auf die Resistenz der Erythrozyten deutlich erkennen. Zwar zeigen sich auch in allen diesen Fällen Unterschiede zwischen den Untergruppen, aber diese Unterschiede lassen sich nahezu vollständig durch ihre ungleiche Verteilung auf Gesunde und Kranke oder Genesende erklären. Um dies deutlich zu machen, wurde in jeder der folgenden Tabellen angegeben, wieviel Gesunde bzw. Kränkliche auf jede Untergruppe entfallen, und weiter wie viele gute und schlechte Reaktionen in jeder Untergruppe zu erwarten waren, wenn man der Berechnung das Verhältnis der guten und der schlechten Reaktionen bei den Gesunden bzw. Kränklichen in jeder der Alkoholverbrauchsgruppen zugrunde legt. Z. B.: Unter den 16 Trinkern und Säufern unter 25 Jahren waren 4 gesund und 12 krank oder genesend. Nach Tabelle 23 gaben die gesunden Trinker und Säufer 57,1% gute Reaktionen, die kränklichen 18,5%. Die Rechnung gibt somit $\frac{4 \times 57}{100} = 2{,}28$ gute Reaktionen der Gesunden und $\frac{12 \times 18{,}5}{100} = 2{,}22$ gute Reaktionen der Kränklichen, zusammen also 4,5 gute Reaktionen, während 4 wirklich gefunden wurden.

Tabelle 24.

Alter und Resistenz der Erythrozyten.

Gelöster Blutfarbstoff in Prozenten	Abstinente und sehr Mäßige	Mäßige	Trinker und Säufer
	Bis 25 Jahre alt:		
Bis 2	17 = 68 %[1])	7 = 58,3 %[3])	4 = 25 %[5])
Über 2	8 = 32 %[1])	5 = 41,7 %[3])	12 = 75 %[5])
	Über 25 Jahre alt:		
Bis 2	4 = 100 %[2])	5 = 55,5 %[4])	5 = 27,8 %[6])
Über 2	0	4 = 44,5 %[4])	13 = 72,2 %[6])

Nach dem Gesundheitszustand berechnet sich die Zahl der Individuen mit bis zu 2% Lösung:

Bis 25 Jahre	18	7	4,5
Über 25 Jahre	2,7	5	4,5

[1]) Darunter 9 gesund, 16 krank.
[2]) „ 1 „ 3 „
[3]) „ 5 „ 7 „
[4]) Darunter 3 gesund, 6 krank.
[5]) „ 4 „ 12 „
[6]) „ 3 „ 15 „

Tabelle 25.

Beruf (Lebenslage) und Resistenz der Erythrozyten.

Gelöster Blutfarbstoff in Prozenten	Abstinente und sehr Mäßige	Mäßige	Trinker und Säufer
	Studenten*:		
Bis 2	6 = 86 %	5 = 100 %	1 = 50 %
Über 2	1 = 14 %	0	1 = 50 %
	Nicht-Studenten**:		
Bis 2	15 = 68,2 %	7 = 43,75 %	8 = 25 %
Über 2	7 = 31,8 %	9 = 56,25 %	24 = 75 %
Nach Gesundheitszustand berechnet Individuen mit bis 2 %:			
—	6 Studenten	5 Studenten	1 Student
—	15 Nichtstudenten	7 Nichtstudenten	6 Nichtstudenten

* 10 von 14 gesund. ** 14 von 40 gesund.

Tabelle 26.

Pignets Index und Resistenz der Erythrozyten (nur Männer).

Blutfarbstoff gelöst in Prozenten	Abstinente und sehr Mäßige	Mäßige	Trinker und Säufer
	Pignet bis +20:		
Bis 2	9[1]) = 81,8 %	5[3]) = 62,5 %	6[5]) = 25 %
Über 2	2[1]) = 18,2 %	3[3]) = 37,5 %	8[5]) = 75 %
	Pignet über +20:		
Bis 2	8[2]) = 57,1 %	7[4]) = 70 %	3[6]) = 30 %
Über 2	6[2]) = 42,9 %	3[4]) = 30 %	7[6]) = 70 %
Nach Gesundheitszustand berechnet Individuen mit bis 2 %:			
Pignet bis 20	8	4	6
„ über 20	10	6	3

[1]) Darunter 4 gesund, 7 krank.
[2]) „ 4 „ 10 „
[3]) „ 2 „ 6 „
[4]) Darunter 6 gesund, 4 krank.
[5]) „ 4 „ 20 „
[6]) „ 3 „ 7 „

Selbstverständlich sind die Untergruppen wieder zu klein, um verläßliche Schlüsse zuzulassen. Dagegen scheinen mir diese Tabellen wieder sehr deutlich für den Einfluß des Alkoholverbrauches auf die Resistenz der Erythrozyten zu sprechen, denn, wie zunächst auch die Unterteilung der Gruppen vorgenommen wurde, der Vorsprung der Abstinenten und sehr Mäßigen vor

den Trinkern und Säufern bleibt unverändert bestehen. Unsere Befunde stimmen somit mit jenen von Laitinen und von v. Liebermann und Fillinger in der Hauptsache überein.

Tabelle 27.

Ernährungszustand und Resistenz der Erythrozyten.

Gelöster Blutfarbstoff in Prozenten	Abstinente und sehr Mäßige	Mäßige	Trinker und Säufer
In gutem Ernährungszustand:			
Bis 2	12[1]) = 66,7%	7[3]) = 46,7%	5[5]) = 22,7%
Über 2	6[1]) = 33,3%	8[3]) = 53,3%	17[5]) = 77,3%
In mittelmäßigem Ernährungszustand:			
Bis 2	9[2]) = 81,8%	5[4]) = 83,3%	4[6]) = 33,3%
Über 2	2[2]) = 18,2%	1[4]) = 16,7%	8[6]) = 66,7%
Nach dem Gesundheitszustand berechnet sich die Zahl der Individuen mit bis 2% Lösung:			
Guter Ernährungszustand	12,5	8,3	3,3
Mittelmäß. Ernährungszustand	8,5	3,6	3

[1]) Darunter 5 gesund, 13 krank.
[2]) „ 5 „ 6 „
[3]) „ 5 „ 10 „
[4]) Darunter 3 gesund, 3 krank.
[5]) „ 4 „ 18 „
[6]) „ 2 „ 10 „

Tabelle 28.

Kostform und Resistenz der Erythrozyten.

Gelöster Blutfarbstoff in Prozenten	Abstinente und sehr Mäßige	Mäßige	Trinker und Säufer
Gemischte Kost:			
Bis 2	11 = 64,7%[1])	7 = 50,0%[3])	8 = 32,0%[5])
Über 2	6 = 35,3%[1])	7 = 50,0%[3])	17 = 68,0%[5])
Vorwiegend vegetabilische Kost:			
Bis 2	10 = 26,3%[2])	5 = 71,4%[4])	1 = 11,1%[6])
Über 2	28 = 73,7%[2])	2 = 28,6%[4])	8 = 88,9%[6])
Nach dem Gesundheitszustande berechnet sich die Zahl der Individuen mit bis zu 2% Lösung:			
Gemischte Kost	12,4	8	6,5
Vorwiegend vegetarische Kost	8,6	4	1,9

[1]) Darunter 6 gesund, 11 krank.
[2]) „ 4 „ 8 „
[3]) „ 5 „ 9 „
[4]) Darunter 3 gesund, 4 krank.
[5]) „ 5 „ 20 „
[6]) „ 2 „ 7 „

Kurz zusammengefaßt lautet das Ergebnis meiner ganzen Untersuchung:

1. Die Phagozytose der Tuberkelbazillen durch menschliche Leukozyten im menschlichen Serum zeigte kein regelmäßiges Verhältnis zum Alkoholverbrauch der Versuchspersonen.

2. Die bakterizide Wirkung von normalem menschlichen Blutserum auf Typhusbazillen wurde im Durchschnitte bei den Enthaltsamen und bei den nicht regelmäßig geistige Getränke genießenden Personen kräftiger gefunden als bei den regelmäßig große Mengen von Alkohol Verzehrenden.

3. Die Phagozytose der Typhusbazillen durch menschliche Leukozyten in normalem Menschenserum erfolgte im Durchschnitt ausgiebiger bei jenen Personen, welche nie oder nicht regelmäßig Alkohol genießen als bei den Alkoholikern.

4. Die Widerstandsfähigkeit der menschlichen Erythrozyten gegen hypotonische Kochsalzlösung zeigte sich im Durchschnitt um so geringer, je ausgiebiger die Lieferer dieser Erythrozyten Alkohol genossen.

5. Im einzelnen wurden bei jeder der geprüften Reaktionen beste wie schlechteste Befunde in allen Gruppen der Alkoholverbraucher erhoben. Der Alkoholverbrauch übt keinen beherrschenden Einfluß aus.

6. Die Frage, ob schon ein mäßiger regelmäßiger Alkoholgenuß die untersuchten Reaktionen zu beeinflussen vermag, läßt sich bei der Kleinheit und Ungleichmäßigkeit unseres Beobachtungsmateriales nicht deutlich beantworten.

Versuchspersonen.

1. K. A. 24 Jahre alt, cand. med., Masern, Scharlach (otitis media), Neigung zu Halsentzündung, Heuschnupfen. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 186, Gewicht 77,5, Brustumfang 89/98. L[1]) 229, E[2])—4, G/L[3]) 417, P[4])+ 19,5. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise vorwiegend

[1]) Livis Index $= \frac{\sqrt[3]{\text{Körpergewicht in g}}}{\text{Körperlänge in cm}} \times 1000.$

[2]) Erismanns Index = Brustumfang — halber Körperlänge in cm.

[3]) Gewicht in g, Länge in cm.

[4]) Pignets Index = Körperlänge in cm — (Gewicht in kg + Brustumfang bei Expiration in cm).

vegetarisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: seit 3 Jahren total abstinent, vorher sehr mäßig. A.

2. E. R. 21 Jahre alt, stud. med., Masern. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 176, Gewicht 66,5, Brustumfang 84/90. L 230, E — 4, G/L 378, P + 25,5. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: seit 2 Monaten total abstinent, vorher sehr mäßig. A.

3. E. H. 25 Jahre alt, stud. med., Masern, Keuchhusten. Alkoholgenuß der Eltern: sehr mäßig. Körpergröße 172, Gewicht 72,5, Brustumfang 88/94. L 242,5, E + 2, G/L 422, P + 11,5. Ernährungszustand sehr gut, Ernährungsweise vorwiegend vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: seit 5 Jahren total abstinent, vorher sehr mäßig. A.

4. W. K. 20 Jahre alt, stud. jur., Masern, Influenza, Ekzem. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 170, Gewicht 61, Brustumfang 81/89. L 232, E ± 0, G/L 359, P + 28. Ernährungszustand mittel, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: nicht täglich, nie mehr als 1 l. Sm.

5. F. S. 23 Jahre alt, stud. rer. nat., Impferysipel. Masern, Scharlach, chronischer Schnupfen. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 158, Gewicht 54, Brustumfang 81/89. L 239, E + 2, G/L 342, P + 23,0. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise vorwiegend vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: seit 1 Jahr total abstinent, vorher sehr mäßig. A.

6. E. H. 22 Jahre alt, stud. rer. nat., Masern, Lungenentzündung, Kniegelenksentzündung, Akne im Gesicht.*[1]) Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 182, Gewicht 67,5, Brustumfang 82/92. L 224, E — 9, G/L 371, P + 32,5. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise vorwiegend vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: seit 1 Jahr total abstinent, vorher sehr mäßig. A.

7. H. H. 24 Jahre alt, stud. rer. nat., Masern, Gelenkrheumatismus, Vitium cordis.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 178, Gewicht 57,5, Brustumfang 76/83. L 217, E — 13, G/L 323, P + 44,5. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung gering. Alkohol: mäßig. M.

8. W. G. 24 Jahre alt, stud. phil., Masern, Keuchhusten, chronische Entzündung des Dickdarms.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 169, Gewicht 62,5, Brustumfang 81/93. L 235, E — 3,5, G/L 370, P + 25,5. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise vorwiegend vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: seit 1 Jahr total abstinent, vorher sehr mäßig. A.

11. R. S. 22 Jahre alt, stud. ing., Masern, Keuchhusten, Influenza, Appendizitis, Akne.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 183, Gewicht 69, Brustumfang 85/93. L 224, E — 6,5, G/L 308, P + 29. Ernährungszustand mittel, Ernährungsweise vorwiegend vegetarisch, Körper-

[1]) Der Stern bedeutet, daß der Krankheitszustand besteht oder (in Klammern) vor kurzem abgelaufen ist.

bewegung reichlich, Arbeit geistig. Alkohol: seit 2 Monaten total abstinent, vorher sehr mäßig. A.

12. E. T. 22 Jahre alt, stud. rer. nat., Masern, Keuchhusten, Spitzenkatarrh, Ikterus, chronisches Ekzem.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 167, Gewicht 52,5, Brustumfang 78/84. L 224, E — 5,5, G/L 314, P + 36,5. Ernährungszustand mittel, Ernährungsweise vorwiegend vegetabilisch, Körperbewegung reichlich, Arbeit geistig. Alkohol: seit 1 Jahr total abstinent, vorher sehr mäßig. A.

13, 14, 15, 16 ausgeschieden.

17. F. B. 22 Jahre alt, cand. med., Masern, Keuchhusten, Lungenentzündung, Mandelentzündung, Ekzem.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 175, Gewicht 69, Brustumfang 76/82. L 234, E — 11,5, G/L 394, P + 30. Ernährungszustand mittel, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: sehr mäßig, nie täglich. Sm.

18. F. H. 24 Jahre alt, cand. med., Rachitis, Masern, Scharlach. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 174, Gewicht 57,5, Brustumfang 82/88. L 222, E — 5,0, G/L 330, P + 34,5. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise mehr Fleisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: täglich 1 bis 3 l Bier. M.

19. H. S. 25 Jahre alt, cand. med., Keuchhusten, große Neigung zu Erkältungen. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 174, Gewicht 63, Brustumfang 74/85. L 229, E — 13, G/L 357, P + 37. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung mäßig. Alkohol: seit 4 Jahren abstinent. A.

20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 ausgeschieden.

27. H. E. 29 Jahre alt, cand. med., oft Influenza, Neigung zur Erkältung groß, chronischer Rachenkatarrh.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 174, Gewicht 58, Brustumfang 79/90. L 222,5, E — 8, G/L 333, P + 37. Ernährungszustand sehr mäßig, Ernährungsweise viel Fleisch, Körperbewegung sehr wenig. Alkohol: 1 bis 3 l Bier pro die. M.

28. S. S. 23 Jahre alt, cand. med., Masern, Scharlach, Neigung zur Erkältung groß, oft Angina. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 168, Gewicht 65, Brustumfang 72/78. L 239, E — 12, G/L 387, P + 31. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise viel Fleisch, Körperbewegung gering. Alkohol: ½ bis 4 l Bier pro die. Tr.

29. E. B. 23 Jahre alt, cand. med., Masern, Keuchhusten, Neigung zur Erkältung groß, chronischer Rachenkatarrh. Eltern abstinent. Körpergröße 171, Gewicht 71, Brustumfang 80/86. L 242, E — 5, G/L 415, P + 20. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung gering. Alkohol: 2 bis 3 l Bier pro die. M.

30. E. K. 23 Jahre alt, stud. med., Masern, Keuchhusten, Diphtherie, Frühjahrs- und Herbstkatarrh. Eltern: Potus. Körpergröße 174, Gewicht 69, Brustumfang 83/93. L 236, E — 4, G/L 396, P + 22. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise vorwiegend vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: seit 1 Jahr abstinent, vorher sehr mäßig. A.

31. J. N. 38 Jahre alt, Maurer, Gelenkrheumatismus, Delirium tremens, Nephritis, Gonorrhoe, Spitzenkatarrh.* Eltern: Potus. Körpergröße 165, Gewicht 70, Brustumfang 80/93. L 250, E — 2,5, G/L 424, P + 15. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise Fleisch und Bier, Körperbewegung reichlich, seit 2 Monaten arbeitslos. Alkohol: 8 bis 9 l Bier pro die. S.

32. A. K. 47 Jahre alt, Schweizer, Influenza, Polyneuritis.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 162, Gewicht 46, Brustumfang 78/85. L 221, E — 3, G/L 284, P + 38. Ernährungszustand mittel, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung mäßig. Alkohol: 1 bis 4 l Bier, ¾ l Wein pro die. Tr.

33. J. N. 41 Jahre alt, Briefträger, Masern, Diphtherie, Spitzenkatarrh, leicht „rheumatisch". Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 169, Gewicht 57,5, Brustumfang 88/90. L 228, E + 3,5, G/L 340, P + 24,5. Ernährungszustand mittel, Ernährungsweise viel Fleisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 2 bis 4 l Bier pro die. Tr.

34. J. R. 36 Jahre alt, Maschinenwärter, Tumor cerebri.* Körpergröße 168, Gewicht 60, Brustumfang 86/91. L 233, E + 2, G/L 357, P + 22. Ernährungszustand mittel, Ernährungsweise mehr Fleisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 3 bis 4 l pro die. Tr.

35. A. S. 20 Jahre alt, Brauereiarbeiter, Masern, Influenza. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 168, Gewicht 64, Brustumfang 86/91. L 238, E + 2, G/L 381, P + 18. Ernährungszustand mittel, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung viel. Alkohol: 4 bis 5 l Bier pro die. S.

36. W. G. 23 Jahre alt, Zinngießer, Ulcus ventriculi (Herpes zoster).* Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 165, Gewicht 57,5, Brustumfang 84/88. L 234, E + 1,5, G/L 349, P + 23,5. Ernährungszustand mittel, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 5 bis 6 l Bier pro die. S.

37. J. M. 32 Jahre alt, Ordnungsmann in Brauerei, Scharlach, Diphtherie. Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 178, Gewicht 92, Brustumfang 108/115. L 254, E + 19, G/L 517, P — 22. Ernährungszustand sehr gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung wenig. Alkohol: 12 bis 15 l Bier pro die. S.

38. L. K. 45 Jahre alt, Metzger, Masern, Keuchhusten, Gelenkrheumatismus, Lues. Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 167, Gewicht 83, Brustumfang 101/96. L 261, E + 12,5, G/L 497, P — 12. Ernährungszustand sehr gut, Ernährungsweise viel Fleisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 5 bis 20 l Bier täglich. S.

39. M. B. 26 Jahre alt, Köchin, Masern, Keuchhusten, Influenza, Spitzenkatarrh.* Alkoholgenuß der Eltern: sehr mäßig. Körpergröße 165, Gewicht 55. L 231,5, G/L 333. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung viel. Alkohol: seit 4 Monat abstinent, vorher sehr mäßig. A.

40. H. R. 24 Jahre alt, cand. med., Masern, Keuchhusten. Alkoholgenuß der Eltern: sehr mäßig. Körpergröße 164, Gewicht 59, Brustumfang

86/98. L 237,5, E + 4, G L 360, P + 19. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: seit 2 Jahren abstinent, vorher sehr mäßig. A.

41. H. M. 23 Jahre alt, Ausgeher, Masern, Bronchitis.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 168, Gewicht 65, Brustumfang 87/82. L 239, E — 2, G/L 387, P + 21. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: nicht täglich, manchmal bis 1 l, nie berauscht. Sm.

42. G. L. 23 Jahre alt, Köchin, Masern, Keuchhusten, Influenza, vitium cordis.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 162, Gewicht 57,5. L 238, G/L 355. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: nicht täglich, sehr wenig. Sm.

43. M. L. 22 Jahre alt, Telephonistin, Diphtherie, Influenza, Lungenspitzenkatarrh, Ulcus ventriculi.* Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 162, Gewicht 51. L 229, G/L 315. Ernährungszustand mittel, Ernährungsweise vorwiegend vegetabilisch, Körperbewegung gering. Alkohol: 1 bis 2 l Bier pro die. M.

44. E. A. 35 Jahre alt, Haushälterin, Influenza.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 160, Gewicht 51,5. L 233, G/L 322. Ernährungszustand mittel, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 1 bis 2 l pro die. M.

45. C. S. 29 Jahre alt, Köchin, Masern, Keuchhusten, Spitzenkatarrh, Influenza, oft Halsentzündung, Lungenentzündung, Kniegelenkentzündung. Alkoholgenuß der Eltern: sehr mäßig. Körpergröße 158, Gewicht 48. L 230, G/L 372. Ernährungszustand mittel, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: täglich ½ l Bier und ¼ l Wein (ärztlich verordnet). M.

46. K. S. 19 Jahre alt, Küchenmagd, Influenza. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 147, Gewicht 55. L 241, G/L 348. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: noch nie Alkoholiker. A.

47. S. W. 28 Jahre alt, Elektrotechniker, Gelenkrheumatismus, Spitzenkatarrh, Vitium cordis,* Neigung zu Erkältung groß. Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 175, Gewicht 65, Brustumfang 85/93. L 230, E — 2,5, G/L 371, P + 25. Ernährungszustand mittel, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung gering. Alkohol: 1 bis 5 l pro die. Tr.

48. A. B. 26 Jahre alt, Maler, Influenza, Spitzenkatarrh.* Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 172, Gewicht 71, Brustumfang 78/89. L 241,1, E — 8, G/L 413, P + 23. Ernährungszustand gering, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 1 bis 2 l Bier pro die. M.

49. A. R. 37 Jahre alt, Braugehilfe, Scharlach, Gonorrhoe, Pleuritis, Vitium cordis.* Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 176, Gewicht 76, Brustumfang 82/90. L 241, E — 6, G/L 432, P + 18. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise mehr Fleisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 10 bis 15 l Bier pro die. S.

51. L. B. 27 Jahre alt, cand. jur., Diphtherie, Spitzenkatarrh, Typhus?, Nephritis.* Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 178, Gewicht 76, Brustumfang 90/94. L 238, E + 1, G/L 427, P + 12. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung wenig. Alkohol: 2 bis 4 l pro die. S.

52. C. S. 24 Jahre alt, Lehramtskandidat, Scharlach, Gelenkrheumatismus,* Influenza. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 175, Gewicht 72, Brustumfang 89/93. L 238, E + 1,5, G/L 411, P + 14. Ernährungszustand sehr gut, Ernährungsweise mehr Fleisch, Körperbewegung gering. Alkohol: ½ l täglich. M.

53. A. K. 24 Jahre alt, stud. arch., Masern, Spitzenkatarrh*, Influenza, Pneumonie, Nephritis. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 176, Gewicht 62, Brustumfang 82/88. L 225, E — 6, G/L 352, P + 32. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung gering. Alkohol: ½ bis 1 l Bier pro die. M.

54. J. S. 22 Jahre alt, stud. med., Masern, Keuchhusten, Neigung zur Erkältung groß, Dysenterie, Bronchitis.* Alkoholgenuß der Eltern: abstinent. Körpergröße 168, Gewicht 60, Brustumfang 79/88. L 233, E — 5, G/L 357, P + 29. Ernährungszustand mittel, Ernährungsweise mehr Fleisch, Körperbewegung gering. Alkohol: fast nie. Sm.

55. J. H. 19 Jahre alt, Bäcker, keine Krankheiten. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 163, Gewicht 64, Brustumfang 87/92. L 245, E + 6,5, G/L 393, P + 12. Ernährungszustand sehr gut, Ernährungsweise mehr Fleisch, Körperbewegung mäßig. Alkohol: 5 l Bier, 2 Flaschen Wein, sonst nicht täglich und höchstens 1 l. Rausch, sonst m. (Tr.?).

56. E. G. 24 Jahre alt, Stubenmädchen, Masern, Drüsen, Nephritis.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 157, Gewicht 51. L 236, G/L 325. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise viel Fleisch, Körperbewegung mäßig, Arbeit körperlich. Alkohol: ½ l pro die. M.

57. K. B. 18 Jahre alt, Bäcker, Masern, Keuchhusten, Scharlach, Gelenkrheumatismus, Vitium cordis.* Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 158, Gewicht 50, Brustumfang 77/83. L 233, E — 2, G/L 316, P + 31. Ernährungszustand mittel, Ernährungsweise mehr Gemüse, Körperbewegung gering. Alkohol: 2 bis 4 l pro die. Tr.

58. C. L. 19 Jahre alt, Stickerin, Masern, Keuchhusten, Diphtherie, Neigung zur Erkältung groß, Chlorose.* Alkoholgenuß der Eltern: sehr mäßig. Körpergröße 150, Gewicht 46. L 239, G/L 307. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung gering. Alkohol: ½ l Bier pro die. M.

59. J. R. 19 Jahre alt, Schmied, Scharlach. Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 167,5, Gewicht 70, Brustumfang 89/95. L 246, E + 5,2, G/L 418, P + 8,5. Ernährungszustand sehr gut, Ernährungsweise viel Fleisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 3 bis 5 l pro die. S.

60. H. R. 19 Jahre alt, Hilfsarbeiter, Appendicitis. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 151, Gewicht 45, Brustumfang 73/78. L 236, E — 2, G/L 298, P + 33. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise

gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: nicht täglich, sehr wenig. Sm.

61. W. H. 25 Jahre alt, cand. med., Masern, Keuchhusten, Scharlach. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 172, Gewicht 72, Brustumfang 87/92. L 242, E + 1, G/L 419, P + 13. Ernährungszustand sehr gut, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: seit 1 Jahr total abstinent. A.

62. J. H. 27 Jahre alt, Schlosser, Masern, Influenza. Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 166, Gewicht 59, Brustumfang 70/84. L 235, E — 13, G/L 355, P + 37. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 2 bis 3 l pro die. Tr.

63. H. H. 22 Jahre alt, Bäcker, Masern, Keuchhusten, Spitzenkatarrh,* Lungenentzündung, Appendicitis, Bronchitis. Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 158, Gewicht 58, Brustumfang 78/84. L 245, E — 1, G/L 367, P + 22. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 1 bis 2 l pro die. Tr.

64. K. K. 21 Jahre alt, Metzger, Masern. Alkoholgenuß der Eltern: sehr mäßig. Körpergröße 165, Gewicht 62,5, Brustumfang 88/92. L 241, E + 5,5, G/L 379, P + 14,5. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise mehr Fleisch, Körperbewegung viel. Alkohol: nicht täglich, sehr wenig. Sm.

65. J. H. 18 Jahre alt, Taglöhner, Lungenentzündung, Influenza, Neigung zur Erkältung groß. Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 170, Gewicht 71, Brustumfang 86/94. L 249, E + 1,0, G/L 418, P + 13. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 2 l pro die (seit 3 Wochen nichts mehr). Tr.

66. K. F. 29 Jahre alt, Metzger, Masern, Keuchhusten, Gelenkrheumatismus.* Neigung zur Erkältung groß. Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 168, Gewicht 71, Brustumfang 82/88. L 247, E — 2, G/L 423, P + 15. Ernährungszustand sehr gut, Ernährungsweise viel Fleisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 1 bis 3 l pro die. Tr.

67. J. E. 26 Jahre alt, Taglöhner, Masern, Keuchhusten, Scharlach, Rheumatismus.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 170, Gewicht 79, Brustumfang 87/92. L 253, E + 2, G/L 465, P + 4. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: täglich 2 bis 3 l Bier. Tr.

68. J. P. 50 Jahre alt, Fremdenlegionär, Malaria, Syphilis. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 168, Gewicht 65, Brustumfang 78/84. P + 25. Ernährungszustand schlecht, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung gering. Alkohol: 5 bis 6 l pro die. S.

69. J. E. 37 Jahre alt, Taglöhner, keine Krankheiten. Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 164, Gewicht 59, Brustumfang 76/82. L 237, G/L 360, P + 29. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 4 bis 5 l Bier pro die. S.

70. M. B. 56 Jahre alt, Privatier, Pneumonie, Ischias, Gicht.* Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 170, Gewicht 74, Brustumfang 81/89. L 247, G/L 435, P + 15. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung mäßig. Alkohol: 5 bis 8 l pro die. S.

71. B. E. 53 Jahre alt, Kaufmann, Gicht, Nervenfieber.* Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 169, Gewicht 85, Brustumfang 86/91. L 260, G/L 503, P — 2. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung mäßig. Alkohol: 2 bis 3 l pro die. Tr.

72. L. L. 15 Jahre alt, Hausknecht, keine Krankheiten. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 132, Gewicht 49, Brustumfang 56/65. L 277, G/L 371, P + 27. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: kein Alkohol. A.

73. H. K. 15 Jahre alt, Schlosserlehrling, Masern, Keuchhusten, Bronchitis.* Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 124, Gewicht 44, Brustumfang 54/63. L 285, G/L 355, P + 26. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: kein Alkohol. A.

74. E. A. 49 Jahre alt, Dienstmann, Pneumonie, Lues, Tabes.* Alkoholgenuß der Eltern: sehr mäßig. Körpergröße 171, Gewicht 84, Brustumfang 86/92. P + 1. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung gering. Alkohol: 1 bis 2 l pro die. M.

75. K. M. 21 Jahre alt, Kunststudierender, nie krank, Angina.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 168, Gewicht 66, Brustumfang 78/86. P + 24. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung mäßig. Alkohol: fast nie. Sm.

76. = 1.

77. M. M. 16 Jahre alt, Taglöhnerskind, angeblich nie krank, kongen. Muskelatrophie. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 128, Gewicht 43, Brustumfang 58/65. P + 27. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung gering. Alkohol: nie Alkohol. Sm.

78. F. K. 18 Jahre alt, Hilfsarbeiter, Pneumonie, Rheumatismus.* Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 167, Gewicht 65, Brustumfang 78/86. P + 24. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise mehr Fleisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: ca. ½ l nicht alle Tage. Sm.

79. H. W. 15 Jahre alt, Friseurlehrling, Masern, Pneumonie, Spitzenkatarrh.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 138, Gewicht 51, Brustumfang 66/72. P + 21. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung gering. Alkohol: fast nie Alkohol. Sm.

80. S. S. 17 Jahre alt, Schreinerlehrling, Masern, Influenza. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergewicht 160, Gewicht 54, Brustumfang 74/79. P + 32. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: fast nie. A.

81. G. S. 38 Jahre alt, Obermonteur, angeblich nie krank. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 178, Gewicht 96, Brustumfang 96/101. P — 14. Ernährungszustand sehr gut, Ernährungsweise mehr Fleisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 5 bis 6 l pro die. S.

82. R. O. 24 Jahre alt, Hilfsarbeiter, nie krank, Rückenschmerzen.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 172, Gewicht 70, Brustumfang 86/92. P + 16. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 2 bis 3 l pro die. Tr.

83. J. L. 25 Jahre alt, Taglöhner, Lungenspitzenkatarrh, Gelenkrheumatismus, Vitium cordis.* Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 167, Gewicht 66, Brustumfang 82/89. P + 19. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt. Alkohol: 2 bis 3 l pro die. Tr.

84. M. N. 23 Jahre alt, Zeichner, Masern, abgelaufene Stirnhöhlenciterung.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 164, Gewicht 64, Brustumfang 81/88. P + 19. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung wenig. Alkohol: 1 l pro die. M.

85. A. P. 27 Jahre alt, Taglöhner, Bronchitis*, fast nie krank. Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 167, Gewicht 72, Brustumfang 84/89. P + 11. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 3 bis 4 l pro die. Tr.

86. M. L. 20 Jahre alt, stud. med., Appendicitis, Magenleiden.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 168, Gewicht 62, Brustumfang 80/88. P + 26. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise vegetabilisch, Körperbewegung mäßig. Alkohol: ½ bis 1 l pro die. M.

87. L. G. 48 Jahre alt, Taglöhner, Influenza, Diabetes*, (0,1 bis 0,0 Zucker). Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 172, Gewicht 80, Brustumfang 85/92. P + 7. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, viel Fleisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 4 bis 5 l pro Tag.

88. P. P. 22 Jahre alt, Schlosser, nie schwer krank. Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 169, Gewicht 71, Brustumfang 81/89. P + 17. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise viel Fleisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 1 l pro die, früher 5 bis 8 l.

89. J. N. 19 Jahre alt, Hilfsarbeiter, Pneumonie, Epilepsie. Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 162, Gewicht 60, Brustumfang 79/86. P + 23. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 1 l pro die. M.

90. R. O. 23 Jahre alt, stud. cam., Ischias.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 170, Gewicht 74, Brustumfang 86/92. P + 10. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 2 bis 3 l pro die. Tr.

91. J. S. 31 Jahre alt, Taglöhner, Gelenkrheumatismus, Epilepsie.* Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 171, Gewicht 71, Brustumfang 85/90. P + 15. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 1 bis 2 l pro die. M.

92. A. L. 25 Jahre alt, Schlosser, Gelenkrheumatismus, Lungenspitzenkatarrh.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 163, Gewicht 62, Brustumfang 82/88. P + 19. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 1 l pro die. M.

93. J. S. 17 Jahre alt, Hilfsarbeiter, anscheinend immer gesund, Herpes tonsurans.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 160, Gewicht 64,5, Brustumfang 80/87. P + 15,5. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: nie täglich, wenig. Sm.

94. S. S. 23 Jahre alt, Handlanger, Lungenspitzenkatarrh.* Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 161, Gewicht 59, Brustumfang 73/79. P + 29. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung mäßig. Alkohol: 1 bis 3 l pro die. M.

95. V. N. 31 Jahre alt, Kutscher, angeblich nie krank, Magenschmerzen.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 167, Gewicht 78, Brustumfang 82/89. P + 7. Ernährungszustand sehr gut, Ernährungsweise viel Fleisch, Körperbewegung gering. Alkohol: 3 l pro die. Tr.

96. M. N. 19 Jahre alt, Hilfsmonteur, Endocanditis, Vitium cordis.* Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 159, Gewicht 54, Brustumfang 74/82. P + 31. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung mäßig. Alkohol: 1 bis 2 l pro die. M.

97. A. M. 20 Jahre alt, Gipsformator, Epilepsie.* Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 162, Gewicht 66, Brustumfang 78/86. P + 18. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise mehr vegetabiiisch, Körperbewegung gering. Alkohol: 2 l pro die (15 Zigaretten pro die). Tr.

98. W. B. 24 Jahre alt, Ausgeher, angeblich nie krank, Rückenschmerzen.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 164, Gewicht 60, Brustumfang 81/88. P + 23. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 1 l pro die. M.

99. L. O. 17 Jahre alt, Hilfsmonteur, Diphtherie, Angina.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 163, Gewicht 62, Brustumfang 82/89. P + 19. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 2 bis 3 l pro die. Tr.

100. M. E. 43 Jahre alt, Schlosser, Pneumonie, Bronchitis,* Vitium cordis. Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 173, Gewicht 90, Brustumfang 86/94. P — 3. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise viel Fleisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: ca. 10 l pro die. S.

101. G. L. 36 Jahre alt, Bierführer, viel Rheumatismus, Vitium cordis.* Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 178, Gewicht 97, Brustumfang 96/101. P — 15. Ernährungszustand sehr gut, Ernährungsweise viel Fleisch, Körperbewegung gering. Alkohol: ca. 14 l pro die. S. Seit 6 Wochen arbeitslos.

102. H. H. 17 Jahre alt, Maler, angeblich nie krank. Alkoholgenuß der Eltern: sehr mäßig. Körpergröße 169, Gewicht 70, Brustumfang 81/89. P + 18. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: Abstinent. A.

103. J. E. 20 Jahre alt, Bäcker, Scharlach, Spitzenkatarrh.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 167, Gewicht 68, Brustumfang 80/87. P + 19. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 1 bis 2 l pro die. M.

104. M. G. 18 Jahre alt, Bauernsohn, Muskelatrophie.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 153, Gewicht 49, Brustumfang 72/79. P + 32. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung mäß. Alkohol: nie täglich. Sm.

105. K. K. 23 Jahre alt, Hausdiener, Rhachitis, Masern, Diphtherie, Bronchitis.* Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 162, Gewicht 62, Brustumfang 78/86. P + 22. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: nicht täglich, nie mehr als 1 l. Sm.

106. X. N. 19 Jahre alt, Brauer, angeblich nie krank, Angina.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 170, Gewicht 84, Brustumfang 85/92. P + 1. Ernährungszustand sehr gut, Ernährungsweise mehr Fleisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 2 bis 3 l pro die. Tr.

107. T. K. 21 Jahre alt, Lohnschreiber, angeblich nie krank, Pedes plani.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 164, Gewicht 60, Brustumfang 81/88. P + 23. Ernährungszustand mittel, Ernährungsweise vegetarisch, Körperbewegung gering. Alkohol: 2 bis 3 l pro die. Tr.

108. A. P. 21 Jahre alt, Schneider, Gelenkrheumatismus, Vitium cordis. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 163, Gewicht 59, Brustumfang 79/86. P + 25. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung gering. Alkohol: abstinent. A.

109. P. F. 25 Jahre alt. Hilfsarbeiter, angeblich nie schwer krank. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 172, Gewicht 74, Brustumfang 86/93. P + 12. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 3 bis 4 l pro die. Tr.

110. P. G. 22 Jahre alt, Werkzeugmacher, Flecktyphus, Blutvergiftung, Spitzenkatarrh.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 165, Gewicht 66, Brustumfang 81/90. P + 18. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise mehr vegetabilisch. Alkohol: abstinent. A.

111. H. K. 19 Jahre alt, Spengler, Spitzenkatarrh.* Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 164, Gewicht 58, Brustumfang 80/87. P + 26. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 4 bis 5 l Bier. S.

112. K. O. 22 Jahre alt, Kaufmann, Masern, Gastritis, Angina, Pedes plani,* Alkoholgenuß der Eltern: sehr mäßig. Körpergröße 168, Gewicht 66, Brustumfang 80/89. P + 22. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung gering. Alkohol: 2 bis 3 l pro die. Tr.

113. H. T. 26 Jahre alt, Arbeiter, Typhus, Angina.* Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 169, Gewicht 70, Brustumfang 86/91. P + 13. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, mehr vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 6 bis 7 l Bier pro die, 2 Glas Schnaps. S.

114. K. F. 20 Jahre alt, Arbeiter, Gelenkrheumatismus, Vitium cordis.* Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 158, Gewicht 58, Brustumfang 72/80. P + 28. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise gemischt, mehr vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: sehr wenig, täglich ca. ½ l. M.

115. G. S. 24 Jahre alt, Hilfsarbeiter, Diphtherie, Spitzenkatarrh.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 174, Gewicht 75, Brustumfang 80/88. P + 19. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: fast nichts, nie täglich. Sm.

116. H. S. 19 Jahre alt, Kaufmann, Spitzenkatarrh.* Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 164, Gewicht 61, Brustumfang 78/86. P + 25. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung gering. Alkohol: 1 bis 2 l pro die. M.

117. A. W. 21 Jahre alt, Schreiner, Pneumonie, Gelenkrheumatismus, Vitium cordis.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 173, Gewicht 70, Brustumfang 80/89. P + 23. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 3 bis 4 l pro die. Tr.

118. N. A. 19 Jahre alt, stud. med., angeblich nie krank, Spitzenkatarrh.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 184, Gewicht 79, Brustumfang 83/94. P + 22. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise mehr Fleisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 2 bis 3 l pro die. Tr.

119. J. H. 26 Jahre alt, Monteur, Epilepsie.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 169, Gewicht 70, Brustumfang 86/93. P + 13. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 1 l pro die. M.

120. G. F. 23 Jahre alt, Hilfsarbeiter, Pneumonie, Gelenkrheumatismus, Vitium cordis. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 172, Gewicht 75, Brustumfang 89/98. P + 8. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 4 bis 5 l pro die. S.

121. K. T. 33 Jahre alt, Gärtner, angeblich nie besonders krank, Delirium tremens. Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 183, Gewicht 82, Brustumfang 94/102. P + 7. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise viel Fleisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 3 bis 10 l Bier. S.

122. H. W. 20 Jahre alt, Büchsenmacher, angeblich nie schwerer krank, Otitis media.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 170, Gewicht 74, Brustumfang 90/99. P + 6. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung wenig. Alkohol: seit 1½ Jahren abstinent. A.

123. E. G. 25 Jahre alt, Techniker, Go, Nervosität.* Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 168, Gewicht 72,5, Brustumfang 83/92. P + 12,5. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung gering. Alkohol: 2 bis 4 l pro die. Seit 1 Jahr abstinent. A.

124. F. S. 32 Jahre alt, Metzger, Pleuritis, Lues, Magenleiden.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 169, Gewicht 77, Brustumfang 84/92. P + 8. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise viel Fleisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 1 bis 3 l Bier pro die. M.

125. K. A. 23 Jahre alt, Schreiber, Spitzenkatarrh.* Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 164, Gewicht 61, Brustumfang 79/86. P + 24. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung wenig. Alkohol: 1 bis 2 l Bier, nicht täglich. M.

126. F. L. 20 Jahre alt, Ausgeher, Gelenkrheumatismus, Spitzenkatarrh, Vitium cordis. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 167, Gewicht 69, Brustumfang 79/86. P + 19. Ernährungszustand mäßig, Er-

nährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 1 bis 2 l, nicht täglich. M.

127. G. M. 27 Jahre alt, Schreiner, Scharlach, Pneumonie* (abgelaufen). Alkoholgenuß der Eltern: sehr mäßig. Körpergröße 170, Gewicht 72, Brustumfang 80/89. P + 18. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung gering. Alkohol: keiner. A.

128. J. E. 48 Jahre alt, Taglöhner, Masern, Keuchhusten, Scharlach, Influenza, Rheumatismus.* Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 170, Gewicht 79, Brustumfang 87/92. P + 4. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, mehr vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 2 bis 3 l Bier, in der Frühe Schnaps. Tr.

129. K. E. 27 Jahre alt, Zimmermann, Appendicitis, Magenleiden,* allgemeine Nervosität.* Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 171, Gewicht 70, Brustumfang 84/90. P + 17. Ernährungszustand schlecht, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: ca. 3 l pro die. Tr.

130. F. R. 24 Jahre alt, Schreiber, Masern, Appendicitis, Spitzenkatarrh.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 161, Gewicht 56, Brustumfang 71/78. P + 34. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung gering. Alkohol: 2 bis 3 l pro die. Tr.

131. W. G. 20 Jahre alt, stud. phil., Masern, Keuchhusten. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 169, Gewicht 62,5, Brustumfang 81/93. P + 25,5. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: seit 1 Jahr abstinent. A.

132. A. H. 32 Jahre alt, Maschinist, Typhus, Gonorrhoe. Alkoholgenuß der Eltern: sehr mäßig. Körpergröße 172, Gewicht 70, Brustumfang 82/91. P + 20. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise viel Fleisch, Körperbewegung gering. Alkohol: 3 bis 4 l Bier pro die. S.

133. L. M. 23 Jahre alt, stud. med., Masern, Gelenkrheumatismus. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 176, Gewicht 66,5, Brustumfang 84/90. P + 25,5. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: ½ bis 1 l pro die. M.

134. R. S. 20 Jahre alt, stud. med., Masern, Scharlach, Epilepsie. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 165, Gewicht 53,5, Brustumfang 76/83. P + 35,5. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung mäßig. Alkohol: ½ bis 1 l pro die. M.

135. G. L. 27 Jahre alt, stud. jur., Masern. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 178, Gewicht 65, Brustumfang 85/91. P + 28. Ernährungszustand mittel, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: ca. 1 l pro die. M.

136. F. K. 50 Jahre alt, Bauführer, Masern, Gelenkrheumatismus, Vitium cordis.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 173, Gewicht 82, Brustumfang 87/93. P + 4. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung gering. Alkohol: 2 bis 3 l pro die. Tr.

137. F. K. 26 Jahre alt, Ingenieur, Masern, Influenza. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 168, Gewicht 67, Brustumfang 81/89.

P + 20. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: täglich, sehr mäßig, ca. ¼ bis 1 l pro die.

138. F. B. = 17.

139. C. S. 29 Jahre alt, Wärter, Influenza. Alkoholgenuß der Eltern: Potus. Körpergröße 175, Gewicht 67,5, Brustumfang 79/82. P + 28,5. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise viel Fleisch, Körperbewegung mäßig. Alkohol: ½ l täglich. M.

140. L. B. 32 Jahre alt, Dr. med., Masern, Diphtherie. Alkoholgenuß der Eltern: sehr mäßig. Körpergröße 175, Gewicht 65, Brustumfang 77/85. P + 33. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: sehr mäßig, nie täglich. Sm.

141. G. S. 34 Jahre alt, Schreiner, Masern, Scharlach, Diphtherie, Gelenkrheumatismus,* Vitium cordis.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 164, Gewicht 66, Brustumfang 79/89. P + 19. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: 2 bis 3 l pro die. Tr.

142. L. F. 28 Jahre alt, Bauzeichner, Gelenkrheumatismus, Vitium cordis. Alkoholgenuß der Eltern: sehr mäßig. Körpergröße 172, Gewicht 69, Brustumfang 79/86. P + 24. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung gering. Alkohol: 1 l Bier täglich. M.

143. M. L. 25 Jahre alt, cand. med., Masern, Keuchhusten, Röteln. Alkoholgenuß der Eltern: abstinent. Körpergröße 171, Gewicht 71, Brustumfang 80/86. P + 20. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung gering. Alkohol: 2 bis 3 Glas Bier pro Woche. M.

144. A. M. 37 Jahre alt, Haushälterin, Masern, Spitzenkatarrh.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 162, Gewicht 67. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: ca. 1 l Bier pro die. M.

145. A. R. 32 Jahre alt, Köchin, Pneumonie (abgelaufen). Alkoholgenuß der Eltern: sehr mäßig. Körpergröße 168, Gewicht 65,5. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung mäßig. Alkohol: nie täglich, sehr wenig. Sm.

146. M. G. 22 Jahre alt, Dienstmädchen, Scharlach, Mandelentzündung.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 164, Gewicht 62. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: ca. 1 l Bier pro die. M.

147. G. L. = 42.

148. V. L. 29 Jahre alt, Hausmagd, Gelenkrheumatismus, Vitium cordis.* Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 165, Gewicht 59. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung reichlich. Alkohol: kein Alkohol. A.

149. M. H. 24 Jahre alt, Zimmermädchen, Nervosität. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 163, Gewicht 51. Ernährungszustand mäßig, Ernährungsweise mehr vegetabilisch, Körperbewegung reichlich. Alkohol: sehr wenig, nie täglich. Sm.

150. C. S. 28 Jahre alt, Büfettfräulein, Masern, Diphtherie, Spitzenkatarrh. Alkoholgenuß der Eltern: mäßig. Körpergröße 167, Gewicht 66. Ernährungszustand gut, Ernährungsweise gemischt, Körperbewegung gering. Alkohol: ½ l Wein, 1 l Bier pro die. M.

151. = 40.

Literatur.

Abbott A. C., The influence of acute alcoholisme on the normal vital resistance of rabbits to infection. The Journ. of exp. med. 1896, I, 447.

Abbot and Bergey, The influence of alcoholic intoxication upon certain factors concerned in the phenomen of haemolysis. Zentralblatt für Bakteriologie o. I, 32, 1902, S. 260.

Abbott and Gildersleve, ref. J. M., März 1911, S. 107.

Binz C., Über den Alkohol als Arzneimittel gemäß den Forschungen des letzten Jahrzehnts. Berl. Klin. Ws. 1903, S. 45, 79.

Buchner H., Untersuchungen über die bakterienfeindlichen Wirkungen des Blutes und des Blutserums. Zentralblatt für Bakteriologie, V, 1889, VI, 1889; Archiv für Hygiene, X, 1890, XVI, 1892.

Déléarde A., Contribution à l'etude de l'alcoolisme expérimental et de son influence sur l'immunité. Annales de l'Institut Pasteur, V, XI, 1897, p. 837—844.

Ehrlich und Morgenroth, Zur Theorie der Lysinwirkung. Berl. Klin. Ws. 1899, I, S. 6.

Fillinger Fr. von, Weitere Mitteilungen über die Resistenzverminderung der Erythrozyten nach Alkoholgenuß. Deutsche med. Ws. 1912, S. 999.

Fränkel C., Über den Einfluß des Alkohols auf die Empfindlichkeit von Kaninchen für die Erzeugnisse von Bakterien. Berl. Klin. Ws. 1905, S. 53.

Friedberger E., Über die Intensität der Choleraambozeptorenbildung beim Kaninchen unter dem Einfluß der Alkoholisierung. Berl. Klin. Ws. 1904, S. 242.

Friedberger u. Doepner, Beeinflußt Alkohol die Resistenz der Erythrozyten des Kaninchens gegenüber hämolytischen Seris? Zentralblatt für Bakteriologie, Bd. 46, S. 45.

Friedenwald, Pathologischer Effekt des Alkohols bei Kaninchen. Journ. of Americ. Ass. Nr. 11 (ref. Zentralblatt für Bakteriologie 1911).

Goldberg S. J., Über die Einwirkung des Alkohols auf die natürliche Immunität von Tauben gegen Milzbrand und auf den Verlauf der Milzbrandinfektion. Zentralblatt für Bakteriologie 30, 1901.

Gruber M. v., Der Einfluß des Alkohols auf den Verlauf der Infektionskrankheiten. Wien. Klin. Ws. 1901, S. 479.

Kern W., Über den Einfluß des Alkohols auf die Tuberkulose. Exp. Unters. an Meerschweinchen. Zeitschr. für Hygiene, 66, 1910, S. 455.

Kruschilin A. W., Über die Wirkung des Alkohols auf die Tätigkeit der Phagozyten. Zeitschrift für Immunitätforschung 1909, Bd. 1, Heft 3, S. 407.

Laitinen T., Über den Einfluß des Alkohols auf die Empfindlichkeit des tierischen Körpers für Infektionsstoffe. Zeitschrift für Hygiene, 34, 1900, S. 206—252.

— Über die Wirkung kleinster Alkoholmengen auf die Widerstandsfähigkeit des tierischen Organismus (mit besonderer Berücksichtigung der Nachkommenschaft). Zeitschrift für Hygiene 1908, Bd. 58, S. 139.

— The influence of alcohol on immunity. Vortrag int. Kongr. geg. Alk. 1909. Übers. von W. Tidemann. Intern. Monatschrift zur Erforschung des Alkoholismus, Mai bis August 1913, Heft 5—8, XXIII. Jahrg.

Leva J., Über den Einfluß gewisser Gifte auf die Produktion spezifischer Immunsubstanzen. Medizinische Klinik III, 1907, Nr. 16.

Liebermann L. v., Über die Resistenz von Erythrozyten bei gesunden und kranken Menschen nebst einer einfachen Methode zu ihrer Bestimmung. Deutsche med. Ws. 1912, S. 462.

Müller P. Th., Über den Einfluß künstlicher Stoffwechselalterationen auf die Produktion der Antikörper. Arch. f. Hyg. 51, 1904, S. 365.

Ohkubo J., Über die opsonische Wirkung des Behringschen Diphtherieantiserums. Zeitschrift für Immunitätforschung, o. I, 1910, Bd. 4.

Parkinson P., The relations of alcohol and immunity. Lancet 4500, 1909, ref. Int. Ms. 1910.

Platania L., Dell'influenza del sistema nervoso sulle infezioni. Zit. Int. Ms. 1906.

Rubin, Einfluß des Alkohols und Chloroforms auf die Phagozytose in vitro. Journ. of Americ. Ass. Nr. 17, ref. Biochem. Z. 1910.

Stewart, Der Einfluß des Alkohols auf die opsonische Kraft des Blutes. Am. inebr. Corr., zit. Hoppe.

Thomas, Über die Erzeugung der Cholera von der Blutbahn aus und die prädisponierende Rolle des Alkohols. Arch. f. exp. Path. u. Ther., Bd. 32, 1893, S. 38.

Trommsdorff, Experimentelle Studien über die Ursachen der durch verschiedene Schädlichkeiten bedingten Herabsetzung der natürlichen Widerstandsfähigkeit gegen Infektionen. Arch. f. Hyg., Bd. 59, 1906, S. 1.

Uhlenhuth u. Manteufel, Über den Einfluß von Alkoholgaben bei der Behandlung der Hühnerspirochätose mit Athoxyl. Arch. f. wissenschaftl. u. prakt. Tierheilkunde 1910, Bd. 36.

Wirgin G., Über den Einfluß des Äthylalkohols auf die Bildung von agglutinierenden Substanzen beim Kaninchen. Zentralblatt für Bakteriologie o. I, 38, 1905, S. 200.

Valagussa F. e Raneletti A., La tossina difterica in rapporto alle condizioni dell'organismo. Ann. d'Ig. sperim., IX, N. S. 118—135, 1899.

Wurtz et Hudelo, De la pénétration des bactéries intestinales dans la peritoine et dans le sang pendant l'intoxication alcoolique aigné. La semaine med., Nr. 6, 1895.

ARCHIV FÜR HYGIENE

BEGRÜNDET VON MAX VON PETTENKOFER

FORTGEFÜHRT VON MAX RUBNER

UNTER MITWIRKUNG VON

Prof. Dr. O. BAIL, Prag; Prof. Dr. BONHOFF, Marburg a. L.; Prof. Dr. R. GRASSBERGER, Wien; Prof. Dr. M. HAHN, Freiburg i. B.; Prof. Dr. L. HEIM, Erlangen; Prof. Dr. G. KABRHEL, Prag; Prof. Dr. A. LODE, Innsbruck; Prof. Dr. R. O. NEUMANN, Bonn; Prof. Dr. L. PFEIFFER, Rostock; Prof. Dr. W. PRAUSNITZ, Graz; Prof. Dr. Fr. RENK, Dresden; Prof. Dr. P. H. RÖMER, Halle; Prof. Dr. A. SCHATTENFROH, Wien; Prof. Dr. P. SCHMIDT, Gießen; Prof. Dr. M. SCHOTTELIUS, Freiburg i. B.; Prof. Dr. W. SILBERSCHMIDT, Zürich; Prof. Dr. W. WEICHARDT, Erlangen; Prof. Dr. E. WERNICKE, Posen

HERAUSGEGEBEN VON

M. v. GRUBER · FR. HOFMANN · K. B. LEHMANN
P. UHLENHUTH

PROFESSOREN AN DEN UNIVERSITÄTEN: MÜNCHEN, LEIPZIG, WÜRZBURG, STRASSBURG

84. BAND · 8. HEFT

MÜNCHEN UND BERLIN
VERLAG VON R. OLDENBOURG
1915

Verlag von R. Oldenbourg, München und Berlin.

Leitfaden der Hygiene

für Techniker, Verwaltungsbeamte und Studierende dieser Fächer.

Von

Professor H. Chr. Nußbaum.

612 Seiten gr. 8°. Mit 110 Textabbild. Preis eleg. gebunden M. 16.—.

Aus dem Inhaltsverzeichnis:

Die Luft. Die Lüftung der Aufenthaltsräume. Die Wärme. Die Heizung. Die Kleidung. Das Licht. Die Tagesbeleuchtung. Die künstliche Beleuchtung. Der Boden. Der Städtebau. Das Wohnhaus. Das Schulhaus. Das Krankenhaus. Die Kaserne. Das Gefängnis. Die Wasserversorgung. Die Beseitigung der Abwässer und Abfallstoffe. Die Leichenbestattung. Die Gewerbtätigkeit. Bakteriologie. Die Ernährung.

Aus den Urteilen der Presse:

. . . Der Schwerpunkt des Werkes liegt in der Darstellung der mehr technischen Kapitel der Hygiene. Mögen diese auch vorwiegend die staatlichen und städtischen Hygieniker angehen, **so wird sie auch der Mediziner nicht ohne erheblichen Nutzen studieren können.** Das gilt besonders von den Abschnitten, die über Städtebau, über das Wohnhaus, die Schule, das Krankenhaus, die Kaserne, das Gefängnis handeln. Auch die Kapitel über Heizung, über Wasserversorgung könnten hier genannt werden. Der Verfasser war überall bemüht, die Prinzipien herauszuarbeiten, nach denen Bauten und technische Anlagen ausgeführt werden müßten, wenn die hygienischen Forderungen mit den Geboten der Ästhetik und Volkswirtschaft in Einklang gebracht werden sollten. — **Es ist zu wünschen, daß das Buch in Fach- und Laienkreisen eifrig gelesen wird.**

Zeitschrift für Stadthygiene.

. . . . Bau- und Gewerbehygiene haben namentlich eingehende Behandlung gefunden und damit unterscheidet sich dieses Buch ganz wesentlich von den vorzüglich für Mediziner bestimmten Werken ähnlicher Art. Bezüglich Gewerbe- und Bauhygiene bietet es entschieden mehr als letztere und bei der klaren und leichtverständlichen Darstellung der hierbei in Betracht fallenden Leitsätze, wird nicht bloß der Techniker, sondern auch jeder andere, der z. B. als Mitglied einer Bau- oder Gewerbekommission in volkswirtschaftlich-hygienischen Fragen mitzuwirken hat, aus diesem Buche Belehrung und Aufklärung schöpfen können. **Es kann deshalb erst recht auch dem Nichttechniker, speziell den Medizinalpersonen, Gesundheitskommissionen und Chemikern zur Anschaffung empfohlen werden.**

Schweizerische Wochenschrift für Chemie und Pharmazie.

Durch alle Buchhandlungen zu beziehen!

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 033529972